PRÉCIS ICONOGRAPHIQUE
D'ANATOMIE NORMALE DE L'ŒIL
(GLOBE OCULAIRE ET NERF OPTIQUE)



PRÉCIS ICONOGRAPHIQUE

D'ANATOMIE NORMALE DE L'ŒIL

(GLOBE OCULAIRE ET NERF OPTIQUE)

PAR

Le Docteur ROCHON-DUVIGNEAUD

ANCIEN INTERNE DES HÔPITAUX

ANCIEN CHEF DU LABORATOIRE D'OPHTHALMOLOGIE A L'HÔTEL-DIEU

CHEF DE CLINIQUE OPHTHALMOLOGIQUE DE LA FACULTÉ



PARIS

SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS SCIENTIFIQUES

PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

4, Rue Antoine-Dubois, 4

1895

A mon Maître le Professeur PANAS

Je dédie cet essai anatomique
fait au laboratoire de l'Hôtel-Dieu.

A. ROCHON-DUVIGNEAUD.

Mon cher ami,

L'importance des études anatomiques prises pour base de la physiologie et de la pathologie de l'organe de la vue ne vous a pas échappé. C'est pourquoi vous vous êtes livré à de patientes recherches dans le laboratoire de l'Hôtel-Dieu : le précis iconographique actuel en est le fruit.

Témoin attentif de vos efforts, je tiens à vous exprimer publiquement mon approbation au sujet de la façon large en même temps que pratique et vraie dont vous avez traité l'anatomie du globe, particulièrement de la rétine et du muscle ciliaire.

J'espère que vos lecteurs seront de mon avis et que le succès mérité de votre opuscule vous stimulera à poursuivre, dans l'intérêt de l'ophthalmologie, des travaux si bien commencés.

PANAS.

Septembre 1894.

AVANT-PROPOS

Dans notre intention ce petit livre est avant tout destiné à compléter les descriptions de l'œil que l'on trouve dans les ouvrages d'anatomie descriptive.

Il diffère essentiellement de ces derniers par son point de vue et sa méthode.

Il expose des notions différentes et ne les répète pas ; sa tendance étant plutôt d'aboutir à des données générales que de perfectionner des descriptions.

Sa méthode est à peu près celle de l'enseignement au laboratoire et dérive des exemples donnés par M. Ranvier dans son *Traité technique*. Une bonne préparation étant mise sous les yeux de l'élève, on lui apprend à la lire, on lui en fait l'analyse, on lui révèle un fait ou un ensemble de faits servant de point de départ. Puis en s'aidant de faits analogues empruntés à l'anatomie ou à l'histologie comparée, en faisant intervenir l'histoire du développement et l'anatomie générale, on le conduit à une interprétation du fait, ce qui est le but de l'anatomie scientifique, dont la description pure, base nécessaire, n'est que l'alphabet.

Les préparations histologiques sont représentées ici par des figures à la chambre claire, en attendant le moment où

l'on pourra ne plus accepter comme probantes que des photographies de préparations. Les explications orales sont remplacées par une légende suffisamment détaillée. Nous abrégeons ainsi de beaucoup les descriptions et nous réservons notre texte à l'exposition de données générales pour lesquelles l'anatomie comparée et l'embryologie interviennent à chaque instant.

Une telle méthode pourrait à la rigueur s'accommoder d'une bibliographie étendue, principalement sous forme de confirmation ou de critique des opinions des auteurs. Mais une bibliographie complète a plutôt sa place dans une monographie ou dans un article de dictionnaire. Ici nous avons voulu faire avant tout *notre* anatomie de l'œil, ce que nous avons appris, non certes sans beaucoup de lectures, mais principalement par nous-même, dans une vie de laboratoire déjà longue. Il y a assez de livres d'origine purement bibliographique ; nous n'avons tenu à donner que nos résultats personnels, ce que nous sommes en mesure de démontrer au laboratoire.

Voici les points principaux que nous avons cherché à mettre en lumière.

L'œil de l'homme a des caractères anatomiques particuliers lui donnant un type spécial, par lequel il se différencie de l'œil des quadrupèdes.

Le plus évident de ces caractères est le développement du muscle ciliaire, organe actif de l'accommodation, et la disparition *corrélative* du ligament pectiné.

Le même *type humain* de région ciliaire se retrouve chez les singes supérieurs, nouveau point de similitude anatomique entre eux et l'espèce humaine.

Le perfectionnement du muscle ciliaire constitue avec le

développement d'une grande amplitude de convergence et apparition de la *macula*, une sorte de trépied anatomique qui est la condition de la vision binoculaire rapprochée et l'un des plus importants perfectionnements organiques mis au service de la main et de l'intelligence humaine.

Cependant l'œil de l'homme, malgré les différences qui le séparent de l'œil des quadrupèdes, peut présenter des *organes témoins*, qui, quelquefois, persistent comme une révélation d'origine. Nous pouvons citer à ce sujet les *vestiges du ligament pectiné*; les *restes du pédicule embryonnaire du vitré* (prétendus prolongements anormaux de la lame criblée) rares chez l'homme, constants chez le mouton et le bœuf, et qui, chez les carnassiers (chat), ne persistent que pendant les premiers temps de la vie extra-utérine.

Au point de vue de sa configuration générale nous avons insisté sur la nature *kystique* de l'œil. L'œil, en effet, est un kyste dont la forme régulière est due à l'équilibre qui existe entre la tension intra-oculaire et la résistance de son enveloppe.

La régularité géométrique des appareils de réfraction contenus dans l'œil (cristallin et vitré) est due à un procédé spécial, celui de l'*enkystement total avec suppression des pédicules*; idée que l'on trouvera développée principalement à propos de la figure 22.

Au point de vue histologique, l'œil présente des adaptations toutes spéciales : la transparence de tissus conjonctifs et épithéliaux généralement opaques ou semi-opaques. Pour les tissus conjonctifs l'une des conditions de la transparence, c'est la non vascularité ; elle se trouve réalisée pour la cornée et le vitré, mais d'une façon différente pour chacun de ces deux organes :

l'un n'ayant jamais eu de vaisseaux (la cornée), l'autre ayant perdu ceux qu'il renfermait à l'état jeune.

Ces particularités anatomiques et histologiques de l'œil, caractères d'adaptation à des fonctions spéciales, lui créent une pathologie spéciale. Sa nature kystique l'expose à la rétention des liquides sécrétés à l'intérieur du kyste, c'est-à-dire au glaucome, maladie sans analogie dans l'organisme, sinon dans ses causes, du moins dans ses effets.

La transparence et l'invascularité nécessaires de ses parties les plus volumineuses (vitré, cristallin) le rend d'une vulnérabilité excessive aux traumatismes pénétrants et surtout aux infections, parce que l'absence de vaisseaux ailleurs que dans ses parois, rend très lentes la diapédèse et surtout la résorption des produits pathologiques.

Nous avons ainsi indiqué quelques tendances, qui, suivies jusqu'au bout d'une façon méthodique, comporteraient un programme d'anatomie de l'œil pouvant se résumer ainsi :

1° Étude des *caractères d'origine* faite au moyen de l'anatomie comparée et de l'embryologie.

2° Étude des *caractères d'adaptation fonctionnelle* aux divers points de vue de la morphologie (dimensions absolues et relatives, courbures, corrélation et coordination entre les diverses parties d'un même œil, etc.) et de l'histologie (modification des tissus en vue de la transparence, etc.) C'est, en d'autres termes, l'étude de la question suivante : la nature ayant à faire un appareil d'optique avec des tissus vivants, comment, jusqu'à quel point, a-t-elle résolu le problème ?

Une grande partie de ce programme a été étudié par les physiciens au point de vue de l'optique (vices de réfraction, astimatisme, etc...) Iwanoff en avait aborbé le côté anatomique

dans ses recherches sur le muscle ciliaire des trois types de réfraction. Mais il reste encore beaucoup à faire, dans ce sens, pour l'anatomiste, et nous n'avons même pas effleuré ici cette dernière partie du programme. Elle comporte, en effet, des conditions difficiles à réaliser : il faudrait pouvoir étudier anatomiquement des yeux dont on aurait fait l'examen clinique et pris toutes les mensurations ophthalmométriques possibles. La clinique et la pratique auraient à y gagner autant et plus que l'anatomie pure.

A part trois figures de M. Karmanski, tous nos dessins sont dus à M. H. Gillet, qui les a exécutés sous nos yeux, à la chambre claire. M. H. Gillet, tout en copiant exactement les détails, a su reproduire l'aspect des préparations, ce qui, pour les histologistes, est une garantie d'origine.

Nerf optique humain avec ses gaines.

(Nouveau-né).

Fig. 1.



FIG. I.

Nerf optique humain avec ses gaines.
(Nouveau-né).

Coupe transversale à 7 ou 8 millim. en arrière du globe.

Coloration par la méthode de Weigert. La décoloration n'a pas été poussée jusqu'au bout, de telle sorte que les parties fibreuses les plus denses (pie-mère et ses prolongements) ont conservé une teinte foncée.

g. d. m. Gaine dure-mérienne.
e. s. d. Espace sous-dural.
g. a. gaine arachnoïdienne et tissu conjonctif réticulé cloisonnant l'espace sous-arachnoïdien.
v. Une petite gaine vasculaire allant de la dure-mère dans l'arachnoïde.
p. m. La pie-mère de couleur foncée à cause de la densité de son tissu qui a résisté à la décoloration.
g. n. Gaine névroglique doublant la pie-mère, constituée par un fin réseau fibrillaire invisible à ce faible grossissement.
f. n. Un faisceau primitif du nerf optique représenté par un ilot pointillé et noirâtre, aspect dû aux nombreuses sections des fibres nerveuses à gaine myélinique colorée en noir.
L'espace clair qui l'entoure ainsi que ses congénères est sa gaine névroglique.
a. L'artère centrale.
v'. Une veine allant rejoindre le système veineux intra-orbitaire.

La gaine durale, fibreuse, épaisse, un peu lâche sur le nerf, traversée par une quantité considérable de petits vaisseaux destinés au tronc nerveux, est séparée de l'arachnoïde par un espace virtuel (espace sous-dural), anciennement appelé dans la nomenclature de Bichat, cavité arachnoïdienne, d'après une conception erronée qui faisait décrire cette cavité comme tapissée par une membrane séreuse ayant son feuillet pariétal confondu avec la dure-mère. Cette conception des *membranes séreuses* est de plus en plus remplacée aujourd'hui par celle des *cavités séreuses* limitées par des surfaces con-

jonctives quelconques, pas toujours différenciées en membranes isolables, et n'ayant de caractère constant que d'être revêtues d'un vernis endothélial, comme toutes les surfaces conjonctives libres.

L'espace sous-dural est traversé çà et là par des travées conjonctives conduisant les vaisseaux de la dure-mère au nerf optique à travers l'arachnoïde. La présence de ces vaisseaux flottant en quelque sorte dans des cavités séreuses, fait comprendre la possibilité des hémorrhagies dans les gaines du nerf optique quelquefois constatées en clinique.

La gaine arachnoïdienne fine mais résistante, lisse par sa face externe qui limite en dedans l'espace sous-dural, est reliée par sa face interne à la pie-mère par des faisceaux conjonctifs disposés en une sorte de réseau dont les mailles intercommunicantes constituent l'espace (labyrinthe) sous-arachnoïdien. Cette disposition réticulée n'a pas été suffisamment indiquée par le dessinateur.

La pie-mère, un peu plus épaisse que l'arachnoïde, d'un tissu extrêmement dense, envoie dans l'intérieur du nerf un grand nombre de cloisons par lesquelles elle adhère intimement au tissu nerveux. C'est surtout par la présence de ces cloisons que le nerf optique diffère des cordons de la moelle.

On voit que nulle part la pie-mère n'est en rapport direct avec les faisceaux nerveux, qu'elle en est au contraire constamment séparée par un espace clair, la gaine névroglique, dans lequel un fort grossissement (fig. 5) nous permettra de reconnaître un réseau névroglique analogue à celui qui double la pie-mère médullaire.

Chaque petit îlot pointillé et noirâtre représente un faisceau de fibres nerveuses, *faisceau primitif*, de dimensions variables, mais toujours isolé de ses voisins par un espace clair, fine gaine névroglique, qui entoure chaque faisceau comme la couche névroglique sous-pie-mérienne engaine le nerf tout entier (1).

(1) C'est le professeur Fuchs (Archiv f. Ophtalm. 1885) qui a le premier insisté sur la gaine névroglique et en a donné de bonnes figures. Seulement il la considère comme résultant d'une atrophie des faisceaux nerveux périphériques dans lesquels la charpente névroglique a seule persisté. Le

Les cloisons conjonctives émanées de la pie-mère sont représentées dans l'intérieur du nerf par des figures stellaires noires dont les prolongements englobent un certain nombre de faisceaux primitifs, constituant ainsi des faisceaux secondaires nécessairement plus volumineux et moins nombreux que les primitifs et du reste moins complètement isolés les uns des autres que ces derniers ne le sont généralement. Si les faisceaux primitifs constituent des individualités relativement isolées et présentent peu ou pas d'anastomoses entr'eux (il reste là un point intéressant à préciser), il n'en est pas de même des faisceaux secondaires qui, au contraire, s'anastomosent fréquemment. En d'autres termes on voit souvent un faisceau primitif passer d'un faisceau secondaire dans un autre.

titre même de son travail *(L'atrophie périphérique du nerf optique)* en indique l'idée générale.

Faisons remarquer tout d'abord que le professeur Fuchs n'ayant pu se servir de la méthode de coloration de Weigert (action de l'hématoxyline et décoloration ultérieure de tout ce qui n'est point myéline) qui prenait naissance à l'époque même de ses recherches (1884-85) ni surtout des dérivés de cette méthode (procédé de Pall, etc.), n'a pu avoir des gaines névrogliques périfasciculaires, les notions beaucoup plus étendues qu'il est maintenant facile d'acquérir avec ces divers procédés. Il n'a vu et ne pouvait guère voir que les amas névrogliques les plus volumineux, c'est-à-dire la gaine sous-piemérienne et les colonnes névrogliques autour des vaisseaux centraux. Le fait important que partout les faisceaux nerveux sont séparés des cloisons conjonctives par une couche plus ou moins épaisse de névroglie, lui a nécessairement échappé.

Dès lors, il lui était facile de considérer ces amas névrogliques disséminés plus ou moins irrégulièrement à la surface et vers le centre du nerf optique, comme le résultat d'une atrophie, constante du reste, de certains faisceaux placés dans des conditions particulières. Il semble en effet que cette seule interprétation se soit présentée à son esprit : il ne discute même pas la question de savoir si réellement les amas névrogliques ont jamais renfermé des fibres nerveuses. Avec sa bonne foi habituelle il reconnaît cependant que les faisceaux atrophiés existent déjà chez l'enfant (bien que moins développés d'après lui) et que jamais ils ne renferment de gouttelettes graisseuses, vestiges des fibres à myéline disparues, comme cela arrive dans les vraies atrophies.

Les observations mêmes du professeur Fuchs ne sont donc pas en faveur d'un véritable processus atrophique. Mais reconnaissons à notre tour qu'il ne faudrait pas considérer la question comme absolument tranchée en sens inverse. Elle ne le sera qu'une fois connus point par point le développement de la névroglie dans le nerf optique et le mode d'apparition des diverses gaines et colonnes qu'elle constitue. Des recherches embryologiques et d'anatomie comparée seront ici nécessaires.

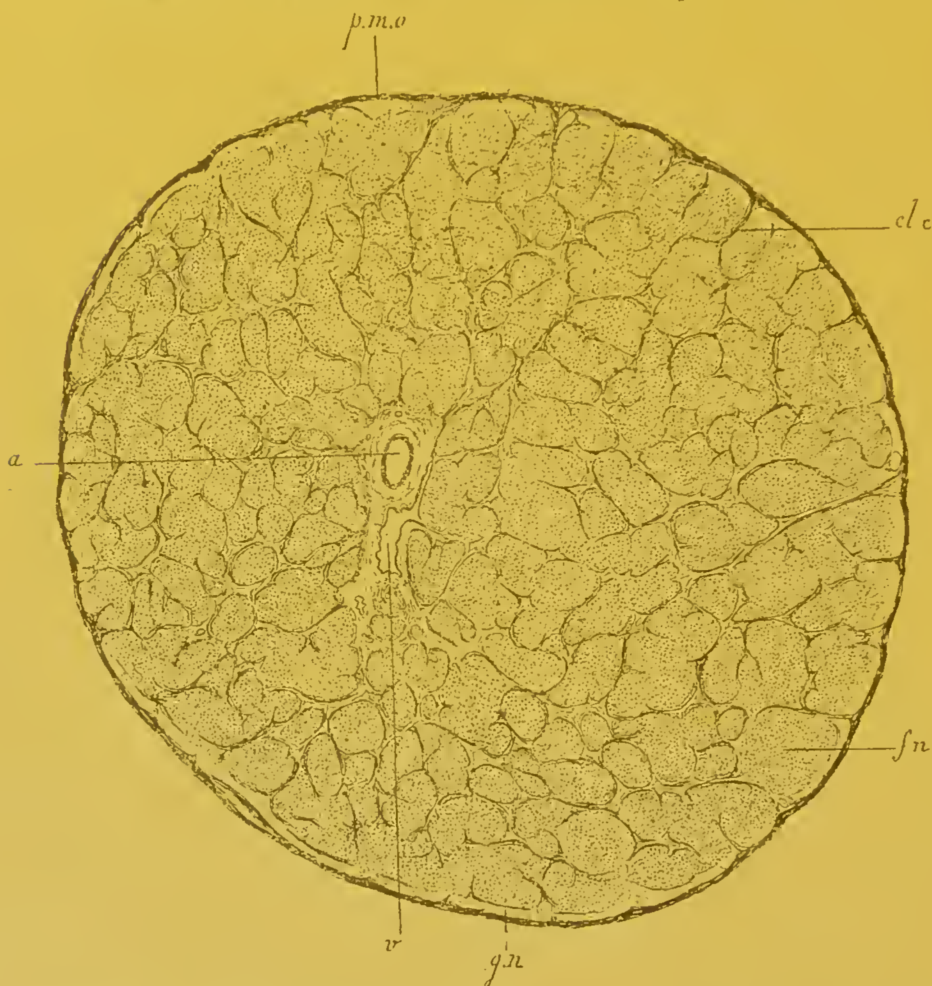
FIG. 2.

Nerf optique humain.

(Homme 22 ans).

Coupe transversale à 3 millim. en arrière du globe.

La dure-mère et l'arachnoïde ont été enlevées, à l'exclusion de la pie-mère intimement adhérente au nerf. Coloration au picro-carmin.



p. m. o. Pie-mère du nerf optique.
g. n. Gaine névroglique sous-piemérienne.
cl. c. Cloison conjonctive émanée de la pie-mère.
f. n. Faisceau nerveux.
a. Artère centrale.
v. Veine centrale.

Cette figure se distingue de la précédente en ce que le nerf paraît divisé en faisceaux beaucoup plus gros et beaucoup moins nombreux. Cela est dû à ce que le picro-carmin, ne donnant pas comme la méthode de Weigert une coloration différente aux fibres myéliniques et à la névroglie, on ne distingue nullement dans les faisceaux secondaires, à ce grossissement faible, les fines cloisons névrogliques qui séparent les faisceaux primitifs. On acquiert donc seulement par cette coloration la notion des faisceaux secondaires séparés par les cloisons conjonctives, et nullement celle des faisceaux primitifs isolés à l'intérieur des premiers par les fines gaines névrogliques.

On trouve environ 130 à 140 faisceaux secondaires, autant qu'il est possible de compter des faisceaux incomplètement isolés les uns des autres.

Vers le centre du nerf optique on voit les vaisseaux centraux, l'artère à parois épaisses et conservant sa forme circulaire, la veine à parois minces et revenue sur elle-même. La gaine de tissu conjonctif qui entoure ces vaisseaux est formée d'un tissu très lâche, très différent des gaines périfasciculaires et permettant les mouvements d'expansion et de retrait des vaisseaux.

A aucun grossissement on ne voit rien du prétendu nerf de Tiedemann qui ne peut être admis que comme représentant les filets vasomoteurs des vaisseaux centraux et que nous n'avons jamais rencontré sous forme d'un cordon individualisé.

Le nerf optique, qui a tant d'analogies avec un cordon blanc de la moelle, en diffère cependant par sa forte charpente connective, les cordons médullaires ne renfermant en effet d'autre tissu conjonctif que celui des gaines vasculaires et n'étant pas cloisonnés comme le nerf optique.

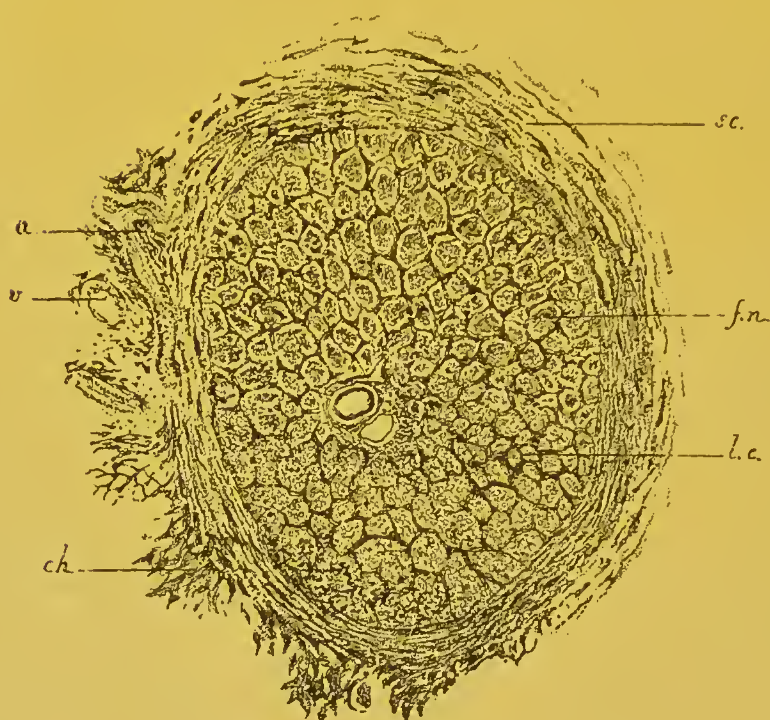
Il en résulte que ce dernier a une consistance et une résistance (surtout à l'arrachement) infiniment plus considérable que celle de la moelle.

FIG. 3.

Nerf optique humain.

(Homme 22 ans).

Coupe transversale au niveau de la lame criblée, c'est-à-dire dans le trajet du canal scléral. Coloration au picro-carmin.



sc. Sclérotique.
lc. Cloison conjonctive épaisse émanée de la sclérotique et faisant partie de la lame criblée.
fn. Faisceau nerveux, constitué uniquement en ce point par des fibres sans myéline.
a. Artériole.
v. Veinule.
ch. La partie profonde de la choroïde entamée par suite d'une légère obliquité de la coupe.

Cette coupe étant prise sur le même nerf et dessinée au même grossissement que la précédente, on peut juger exactement de la réduction que subit le nerf optique quand il traverse le canal scléral pour aller s'épanouir dans la papille.

Cette diminution de volume est due principalement à ce que les fibres nerveuses s'amincissent à ce niveau en perdant leur gaine myélinique, et aussi à ce que le système des gaines névrogliques périfasciculaires est certainement beaucoup moins développé dans la région intrasclérale du nerf que dans ses parties rétrobulbaires. Les gaines névrogliques étant très probablement le siège d'une circulation interstitielle active, la région du nerf optique qui nous occupe doit se trouver dans des conditions circulatoires relativement défectueuses, et peut-être faut-il voir là la raison d'un certain nombre de localisations pathologiques en ce point.

Dans le même ordre d'idées il faut remarquer que les espaces séreux entourant le nerf dans l'orbite, font ici complètement défaut et que le tissu de la sclérotique arrive au contact des faisceaux nerveux. C'est donc en partie aux dépens de la circulation lymphatique du nerf que sont réalisées l'occlusion et la résistance nécessaires de la coque sclérale au point où le tronc nerveux la traverse.

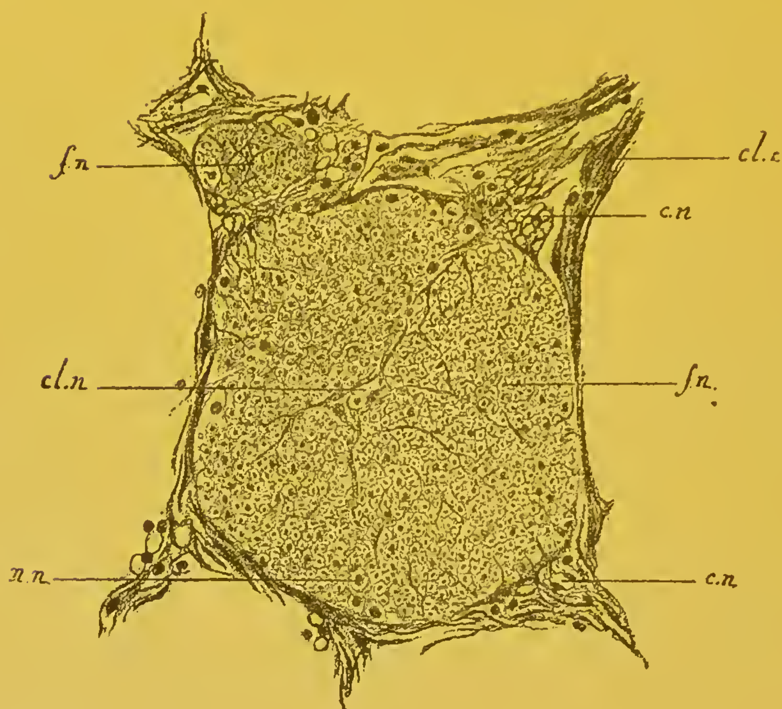
Quant à la lame criblée, on voit qu'elle n'est nullement une formation spéciale, c'est un simple renforcement local du système conjonctif qui cloisonne le nerf. Seulement dans le canal scléral les cloisons fibreuses sont plus épaisses relativement au volume diminué du nerf et aussi d'une façon absolue. Elles sont surtout plus complètes. Les faisceaux qu'elles délimitent paraissent correspondre aux faisceaux secondaires, tant par leur nombre (environ 160 dans la fig. ci-contre) que par leur mode de séparation.

Le cloisonnement névroglique, sans faire complètement défaut, paraît moins net que dans la région rétrobulbaire. Peut-être aussi est-il plus difficile à révéler faute de fibres à myéline que la méthode de Weigert permet de différencier des tissus de soutien.

FIG. 4.

Un petit faisceau du nerf optique de l'homme.

Coupe transversale à un grossissement de 350 diam.
Coloration au picro-carmin.



cl. c. Cloison conjonctive interfasciculaire.

c. n. Petite colonne névroglique représentée par un petit ilot réticulé.

cl. n. Une petite cloison névroglique.

f. n. Une fibre nerveuse à myéline. Le point central représente la coupe du cylindre axe, le cercle clair est la gaine de myéline.

n. n. Noyau d'une cellule névroglique entouré d'un cercle vacuolaire clair, produit par les réactifs.

Le faisceau représenté correspond aux plus petits que l'on rencontre dans le nerf optique. Encore est-il subdivisé par des cloisons névrogliques. En haut et à gauche de la figure est dessiné un fascicule d'une petitesse exceptionnelle.

Autour du faisceau principal on retrouve l'enveloppe conjonctive fine (pie-mérienne) le séparant des faisceaux voisins non représentés. En plusieurs points, notamment aux encoignures de la gaîne conjonctive, on voit que le tissu nerveux est séparé des parties fibreuses par des amas névrogliques. Ce sont là les régions les plus apparentes et les plus épaisses de la gaine névroglique qui paraîtrait beaucoup plus importante et plus complète si la myéline avait été colorée en noir comme dans la fig. 1. En haut et à droite de la figure se trouve une véritable petite colonne névroglique d'où partent les fines cloisons névrogliques allant subdiviser le petit faisceau secondaire en plusieurs faisceaux primitifs. Mais malgré le grossissement ceux-ci ne paraissent pas nettement limités à cause de la couleur uniforme donnée par le picrocarmin à la névroglie et au tissu nerveux.

On distingue dans les cloisons névrogliques un feutrage serré de fibres fines et de gros noyaux entourés d'un espace vacuolaire clair (cellules névrogliques altérées par le liquide de Müller dans lequel le nerf a été durci).

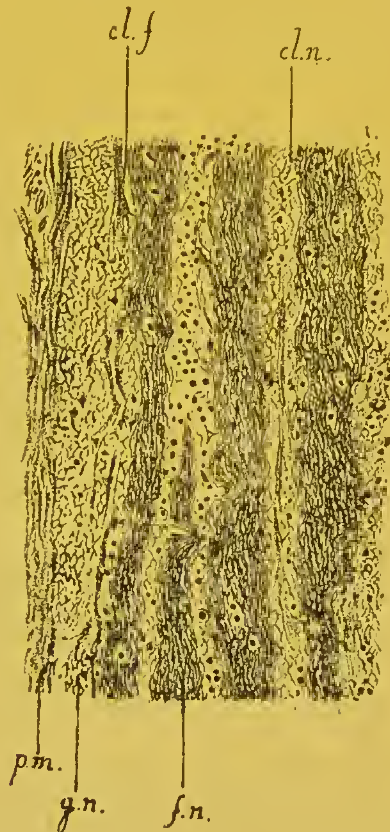
Les fibres nerveuses représentées les unes par un cylindre axe entouré d'une gaine de myéline, les autres tellement fines qu'on ne les distingue pas autrement que sous la forme d'un simple point sans gaine appréciable, sont donc de volume très différent. Elles ne sont pas au contact les unes des autres, mais isolées par les fibres névrogliques que l'on rencontre entre les tubes nerveux sous la forme d'un fin réseau.

On voit ainsi que le cloisonnement du nerf optique s'étend jusqu'aux éléments primitifs du nerf : les fibres névrogliques isolées séparant les tubes nerveux, les cloisons névrogliques isolant les faisceaux primitifs, enfin les cloisons conjonctives englobant un certain nombre de faisceaux primitifs pour constituer les faisceaux secondaires.

FIG. 5.

Nerf optique humain.

Coupe longitudinale comprenant la pie-mère et quelques faisceaux périphériques. La myéline a été colorée en bleu-noir par un procédé analogue à celui de Weigert, puis les parties décolorées ont été teintées de nouveau par le carmin. Grossissement 300 diam.



p. m. Pie-mère.
g. n. Gaine névroglique sous-piemérienne.
cl. f. Cloison fibreuse.
cl. n. Cloison névroglique séparant deux faisceaux primitifs.
f. n. Faisceau nerveux coloré en noir, les stries noires correspondant aux gaines de myéline.

A ce grossissement et par ce mode de coloration on voit parfaitement combien l'aspect dense et lamellaire du tissu conjonctif (pie-mère et cloisons qui en émanent) diffère de l'aspect réticulé et délicat des gaines névrogliques.

La gaine névroglique sous-piemérienne apparaît avec tous ses détails de structure, son fin réseau et ses cellules.

Les trois faisceaux nerveux de gauche sont trois faisceaux primitifs, isolés les uns des autres par les gaines réticulées de la névroglie, mais compris dans la même enveloppe fibreuse incomplète qui a surtout pour utilité de conduire leurs vaisseaux nourriciers. On ne trouve en effet de vaisseaux sanguins que dans les cloisons fibreuses. Quant aux gaines névrogliques, elles ont probablement un grand rôle dans la circulation interstitielle du nerf et jouent le rôle d'espaces lymphatiques.

C'est du moins ce que tendent à établir les injections du professeur Fuchs. Il a fait voir qu'en piquant un nerf optique avec une seringue de Pravaz chargée de bleu de Prusse (qui, ainsi qu'on le sait, ne diffuse pas à travers les tissus), on pouvait remplir tous les interstices du réseau de névroglie.

Fig. 6.

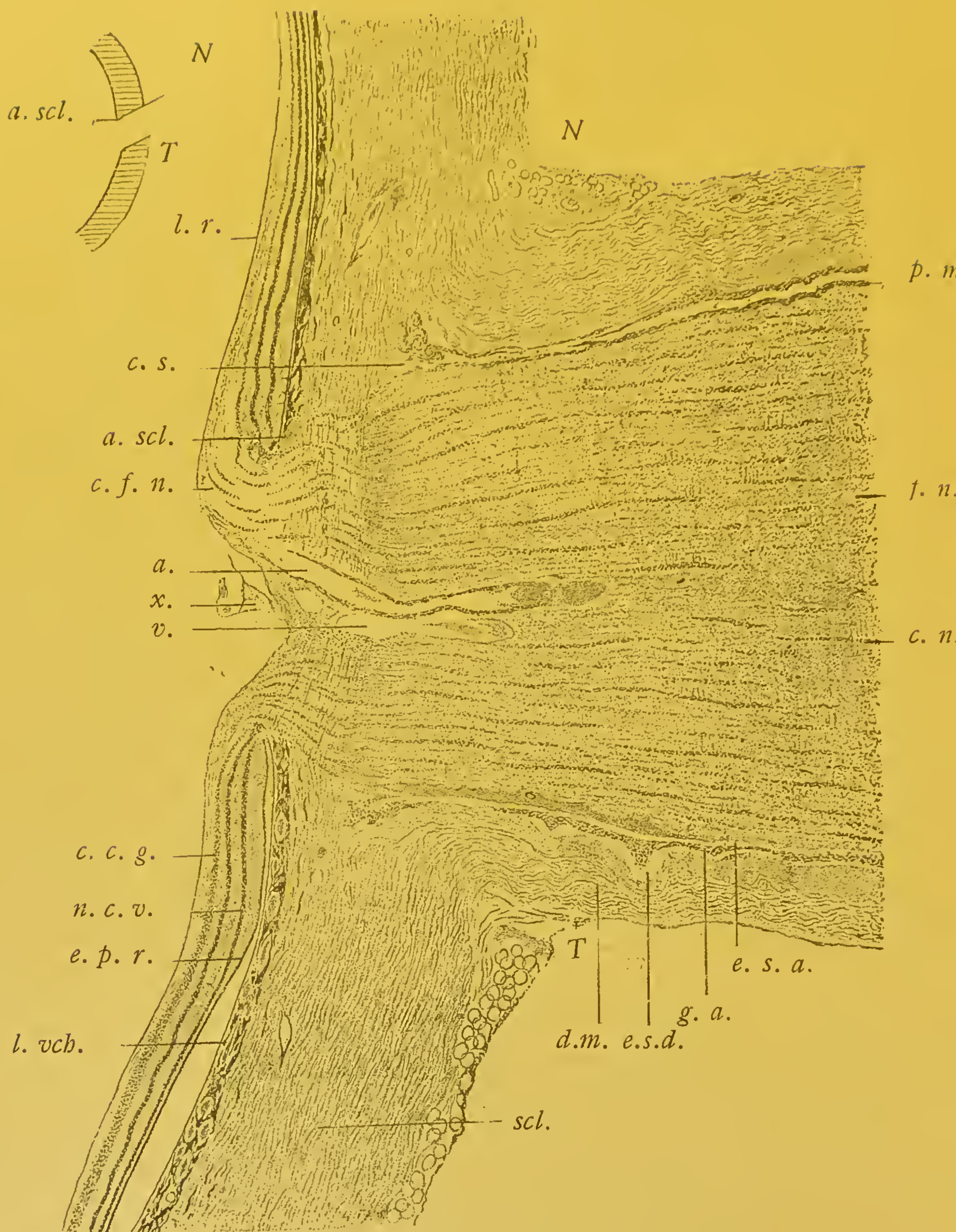

N
a. scl.
T
N
l. r.
p. m
c. s.
a. scl.
c. f. n.
f. n.
a.
x.
v.
c. n.
c. c. g.
n. c. v.
e. p. r.
T
e. s. a.
g. a.
l. vch.
d.m.
e.s.d.
scl.

FIG. 6.

La région papillaire d'un œil emmétrope.

(Homme de 49 ans).

Coupe dirigée horizontalement du côté nasal N au côté temporal T. — La fossette centrale serait située un peu en dehors de l'extrémité temporale et du reste un peu au-dessous du plan de la coupe.

scl. Sclérotique.
d. m. Dure-mère.
e. s. d. Espace sous-dural.
g. a. Gaine arachnoïdienne.
e. s. a. Espace sous-arachnoïdien.
p. m. Pie-mère.
c. s. Cul-de-sac des espaces périneuraux.
a. scl. Anneau scléral dont la coupe dessine un éperon surtout proéminent du côté nasal.
l. c. Lame criblée, ses fibres les plus antérieures émanent de la choroïde.
a. v. Artères et veines centrales s'inclinant vers la région nasale de la papille.
ch. Choroïde, adhérente en ce point à la sclérotique dont elle représente les couches internes pigmentées et vascularisées.
f. n. Faisceaux du nerf optique.
c. n. Colonnes névrogliques, visibles par leurs noyaux et que l'on peut suivre, comme les faisceaux du nerf, à travers la lame criblée et jusque dans la papille.
l. r. Limitante interne de la rétine qui n'existe qu'au niveau de la rétine proprement dite, c'est-à-dire manque au niveau de la papille.
c. f. n. Couche des fibres nerveuses de la rétine, plus épaisse du côté nasal.
c. c. g. Couche des cellules ganglionnaires, plus épaisse au contraire du côté temporal (d'autant plus que l'on se rapproche davantage des bords de la fossette centrale).
e. p. r. Épithélium pigmentaire rétinien ; dans la partie temporale de la coupe, il est avec toute la rétine, décollé accidentellement de la choroïde. Du même côté, en se rapprochant de la papille, il est anormalement éloigné de la couche des cellules visuelles (*n. c. v.*);

cela est dû à un gonflement de la couche des cônes et des bâtonnets, par altération cadavérique.

x. Petit lambeau de tissu fibroïde adhérent à la papille et que nous considérons comme un reste du pédicule primitif du vitré (artère hyaloïdienne et ses gaines).

l. v. ch. Lame vitrée de la choroïde se terminant au contact des fibres nerveuses de la papille.

Avant d'aborder la lame criblée, le nerf optique a déjà subi, on le voit, une légère diminution de volume, par suite de certaines modifications histologiques encore peu étudiées, croyons-nous, et qui nous paraissent consister principalement dans une réduction des tissus de soutien conjonctifs et névrogliques. Mais au moment où les faisceaux nerveux arrivent à la lame criblée, ils perdent brusquement leur myéline et cela suivant une surface concave qui reproduit le trajet courbe de la lame criblée à ce niveau.

Chaque fibre s'amincissant par la perte de sa myéline, il en résulte une brusque diminution de volume du nerf tout entier à l'origine de la lame criblée. La région amyélinique du nerf dépourvue de gaines isolables, c'est-à-dire directement enserrée par la sclérotique, constitue la portion papillaire du nerf optique et comprend elle-même un segment intrascléral et un segment papillaire proprement dit s'épanouissant pour former la rétine.

Sur une papille ainsi coupée horizontalement on voit que le côté nasal contient beaucoup plus de fibres que le côté temporal, en d'autres termes la lame criblée et l'anneau scléral sont recouverts du côté nasal par une bien plus grande épaisseur de tissu nerveux. Aussi dans les atrophies papillaires la décoloration de ce dernier et la mise à nu des parties fibreuses sous-jacentes apparaissent-elles plus vite et deviennent-elles beaucoup plus marquées dans la région temporale.

On voit également que les troncs vasculaires les plus volumineux se portent vers la région nasale de la papille, accompagnant les plus gros faisceaux nerveux. C'est là du reste un fait constant dans la distribution vasculo-nerveuse de la rétine ; il y a parallélisme entre la direction générale des faisceaux nerveux et celle des troncs vasculaires.

L'épanouissement rayonné des fibres optiques laisse au centre de la papille une dépression plus ou moins marquée suivant les sujets, moyennement développée ici, et que l'on désigne en ophtalmoscopie sous le nom d'*excavation physiologique*. Elle est toujours située entre le point d'émergence des vaisseaux (qui paraissent sortir de sa partie nasale) et la limite temporale de la papille dont elle s'approche plus ou moins. On conçoit facilement que la lame criblée, à peine couverte par quelques fibres nerveuses au fond de l'excavation, se révèle en ce point par une tache blanche faisant contraste à l'examen ophtalmoscopique avec la coloration rosée du disque papillaire. Dans cette tache blanche, le fort grossissement de l'image droite montre un dessin guilloché, criblé, qui révèle la disposition du tissu scléral à ce niveau.

La papille figurée ici présentait vers son centre un petit prolongement fibreux que nous croyons être un reste du pédicule embryonnaire du vitré (artère hyaloïde et ses gaines). Disons tout d'abord qu'il ne faudrait pas le considérer comme un lambeau de vitré normal resté adhérent à la papille. Le vitré, chez l'adulte, n'adhère plus à la papille par aucun lien figuré. Tant que l'œil est vivant, l'hyaloïde est, il est vrai, cimentée à la limitante rétinienne, mais dans l'œil énucléé depuis quelques heures, le ciment se dissout, le vitré se détache du fond de l'œil par son propre poids sans laisser aucune partie de lui-même adhérente à la rétine ou à la papille. Il est très facile de s'assurer du fait sur des yeux cadavériques. D'autre part, sur un assez grand nombre de papilles normales dont le vitré s'était séparé, comme ici, sous la simple influence des réactifs durcissants (liquide de Müller), nous avons trouvé des petits prolongements fibreux analogues à celui représenté ici. Nous croyons que les réseaux fibreux blanchâtres recouvrant plus ou moins la papille, autrefois considérés comme des décolorations congénitales, et depuis, très bien figurés et décrits au point de vue ophtalmoscopique par M. Masselon sous le nom de *prolongements anormaux de la lame criblée*, ne sont autre chose, dans bien des cas, que des restes du pédicule embryonnaire du vitré. Il est du reste évident que lorsqu'on peut

les voir à l'ophtalmoscope ils sont beaucoup plus développés que ceux figurés ici. Il y aurait là un intéressant sujet de recherches, dans lequel l'emploi du microscope est évidemment nécessaire, l'ophtalmoscope ne pouvant devenir en aucun cas un instrument d'analyse histologique.

Nous avons déjà fait remarquer que la limitante interne de la rétine s'arrête au bord de la papille avec la rétine proprement dite et par conséquent, ne recouvre pas la surface papillaire. Celle-ci est une sorte d'ombilic, de cicatrice, qui peut présenter à plusieurs degrés les irrégularités, les malformations des cicatrices, même physiologiques, comme l'ombilic abdominal. Il est évident, par exemple, que l'on peut établir une comparaison entre les hernies ombilicales et les grandes excavations congénitales de la papille, et mieux encore avec le colobome du nerf optique, vaste poche papillaire quelquefois très profonde et surtout beaucoup plus large qu'une papille normale.

Squelette fibreux de la papille. — Pour bien comprendre les dispositions essentielles des tissus fibreux autour de l'entrée du nerf optique, il faut tout d'abord remarquer que la gaine durale du nerf se continuant avec la sclérotique, les espaces sous-dural et sous-arachnoïdien pénètrent cette dernière au moins jusqu'à la moitié de son épaisseur, de sorte que le nerf, tout d'abord isolé de la sclérotique par ses gaines, ne traverse réellement que les feuillets les plus internes de cette membrane, à travers les orifices de la lame criblée. Il faut ajouter que le nerf conservant sa myéline tant qu'il est entouré de ses espaces lymphatiques, la portion myélinique du nerf optique a, comme ce dernier, un court trajet intrascléral. Au moment où le nerf commence à se tamiser à travers la lame criblée, il perd à la fois sa myéline et ses gaines feuilletées. Par là, d'une part, il s'amincit, d'autre part, il obture complètement le canal scléral, double résultat évidemment en rapport avec la conservation d'une suffisante résistance de la fibreuse oculaire en ce point.

La diminution de volume du nerf optique à son entrée dans l'œil, l'étroitesse corrélative du canal scléral, sa forme

tronconique à petite ouverture antérieure, sont, avec la présence de la lame criblée, autant de palliatifs à l'affaiblissement inévitable de la sclérotique au point où la présence du nerf optique ne lui a pas permis de fermer la sphère oculaire. La régularité de forme de cette dernière résulte de l'équilibre établi entre la résistance de la coque et la tension intérieure de l'œil, et tout affaiblissement local de cette coque se révèle par une ectasie du globe. La clinique en fournit des exemples journaliers, c'est l'histoire de tous les staphylomes. Or, une forme régulière de l'œil étant la condition nécessaire d'une réfraction normale, il en résulte que toutes les dispositions connues de l'entrée du nerf optique dans l'œil, interprétées comme nous venons de le faire, c'est-à-dire comme organisées en vue de la résistance, se présentent comme un caractère d'adaptation aux nécessités optiques du globe oculaire, puisque par elles est réalisée une régularité de forme indispensable à la production d'images utilisables pour la rétine.

L'épaisseur de sclérotique réellement traversée par le nerf optique et correspondant à la lame criblée, est d'environ un millimètre, ce qui suffit pour constituer le court canal évasé en arrière, rétréci du côté de l'œil dont nous avons déjà parlé. Sa forme est sujette à des variations individuelles généralement en rapport avec des modifications de forme et de réfraction du globe oculaire.

Dans l'œil représenté ici, œil emmétrope à canal scléral solidement constitué, le nerf optique aborde à peu près directement le globe oculaire et le traverse perpendiculairement à l'épaisseur de la sclérotique. Il en résulte que le canal scléral est à peu près symétrique et que l'éperon formé par la coupe de l'anneau scléral est presque aussi saillant du côté temporal que du côté nasal.

Il n'en est pas de même dans les yeux où le nerf optique aborde le globe non plus directement mais suivant une direction oblique en dehors et en avant. Le canal scléral devient alors oblique dans le même sens comme l'indique le petit schéma placé en haut de la figure. La région nasale de l'anneau scléral devient extrêmement saillante et forme sur les coupes un cap aigu que contournent par un trajet en

anse les fibres papillaires passant dans la rétine. La région temporale de l'anneau présente au contraire un rebord mousse effacé. Cette disposition très fortement marquée dans les yeux à sclérectasie postérieure (myopie axile forte), est plus ou moins indiquée dans un grand nombre d'yeux normaux. Il est donc très fréquent de trouver la région temporale de l'anneau scléral plus arrondie et moins saillante que la nasale. Si, à l'ophtalmoscope, c'est la partie temporale de cet anneau qui apparaît toujours beauconp plus nettement, c'est uniquement parce qu'elle est recouverte de beaucoup moins de fibres nerveuses.

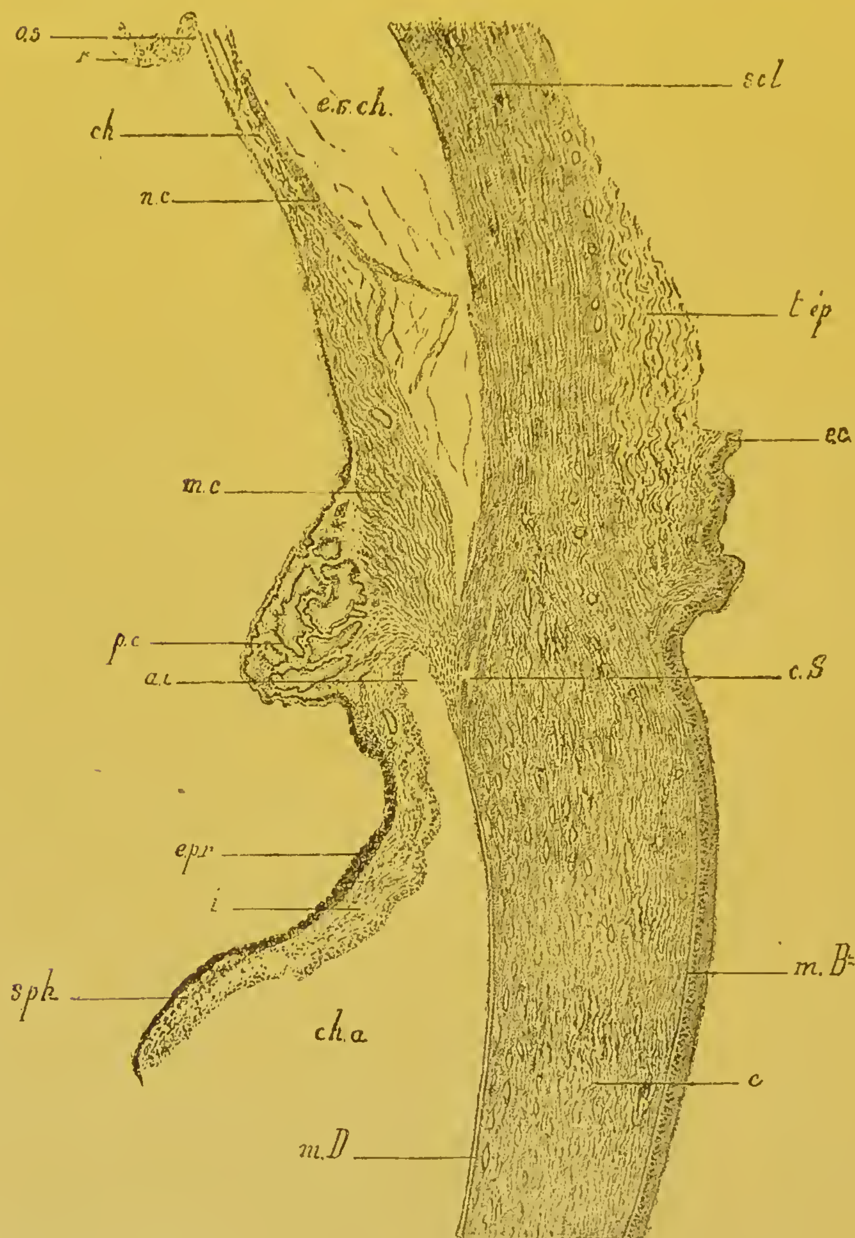
Il en est de la région papillaire comme de tout le reste de l'œil : la partie essentielle et la première formée, c'est l'axe nerveux. Les tissus fibro-vasculaires résultent tous de différenciations secondaires dans la masse conjonctive embryonnaire de la région orbitaire.

Si l'on veut bien se rendre compte de la structure de la région papillaire, il faut donc se représenter la sclérotique et la choroïde s'organisant et se modelant peu à peu autour du point d'épanouissement du nerf optique, et non le nerf optique traversant une sclérotique préformée. Qu'il y ait secondairement des modifications de forme (l'étranglement, le collet au niveau de l'anneau scléral) imprimés à l'axe nerveux par le développement du squelette fibro-vasculaire, cela est probable. Ces deux indications générales seraient à prendre en considération dans une étude anatomique des anomalies papillaires et surtout dans la genèse — presque entièrement à faire — de ces anomalies.

FIG. 7.

Segment antérieur de l'œil d'un enfant nouveau-né.

Région du limbe scléro-cornéen et région ciliaire.
Le vitré, le cristallin et la zonule ont été enlevés.



Scl. Sclérotique.

t. ép. Tissu épiscléral.

e. c. Epithélium cornéen et conjonctival.

m. B. Membrane de Bowman.

c. La cornée proprement dite, son tissu fibreux. Dans ses parties profondes elle présente de petites lacunes qui ne sont autre chose que les espaces interlamellaires renfermant les cellules cornéennes, rendues ici très apparentes par un état œdémateux de la cornée (action du liquide de Müller).

m. D. Membrane de Descemet, d'apparence vitreuse ; on voit que vers l'angle irien (*a. i.*) elle fait suite à une petite région triangulaire d'aspect pointillé, qui représente la coupe du reticulum scléro-cornéen. Elle commence avec le tissu cornéen proprement dit (transparent). De même la membrane de Bowman à la surface antérieure de la cornée. Mais le tissu scléral opaque empiétant sur cette surface antérieure de la cornée, la membrane de Bowman s'étend moins vers la périphérie que la membrane de Descemet. Cette dernière est *presque* aussi grande que la chambre antérieure (moins la largeur de la zone réticulée scléro-cornéenne), tandis que la membrane de Bowman est notablement moins étendue.

c. S. Canal de Schlemm.

ch. a. Chambre antérieure ; anormalement profonde vers sa partie centrale à cause du recul de l'iris que ne soutient pas le cristallin absent.

o. s. *Ora serrata*, c'est-à-dire bord dentelé de la rétine, qui en ce point perd sa structure compliquée et s'amincit brusquement en le réduisant à une simple couche de cellules prismatiques toujours séparée de la choroïde par son épithélium pigmentaire. La rétine ainsi réduite à un double feuillet cellulaire va tapisser, en subissant diverses modifications secondaires, les plis ciliaires d'abord, puis la face postérieure de l'iris, ce que rappellent les noms de *pars ciliaris* et *pars iridica retinæ.*

e. p. r. Epithélium rétinien de l'iris (uvée irienne — *pars iridica retinæ*).

ch. Choroïde, au niveau de la queue des procès ciliaires.

n. c. Un nerf ciliaire allant innerver le muscle ciliaire.

m. c. Muscle ciliaire ; sur l'œil figuré ici il était presque entièrement formé de fibres longitudinales. On voit qu'il s'effile et s'étale en arrière dans la zone choroïdienne, tandis que son tendon antérieur se continue avec le réticulum scléro-cornéen.

p. c. Coupe axiale d'un procès ciliaire.

s'. Stroma conjonctif (choroïdien) de l'iris.

sph. Sphincter pupillaire.

Le caractère essentiel de la région qui nous occupe est d'être une zone de transformation et d'adaptation à des fonctions spéciales pour toutes les membranes oculaires et les fentes qui les séparent.

Ces transformations n'interrompent du reste la continuité d'aucune de ces membranes sauf cependant de la membrane vasculaire (choroïde et ses dépendances) qui, pendant la vie intra-utérine, formait un sac complet perforé plus tard au niveau de la pupille par la résorption de la membrane pupillaire.

La conjonctive ne se termine qu'en apparence autour de la cornée, en réalité elle cesse simplement à ce niveau d'être mobile, son épithélium passe sur la cornée sans presque changer de caractère, son derme se continue avec les couches les plus superficielles du tissu cornéen (membrane de Bowman).

La sclérotique se continue fibre à fibre avec les lames cornéennes, seulement le mode d'intrication des faisceaux conjonctifs se modifie, se régularise dans la cornée, l'enchevêtrement dans tous les sens fait place à une stratification régulière qui est l'une des conditions (non pas la seule évidemment) de la transparence nécessaire à la cornée.

Comme disposition anatomique particulière, véritable caractère d'adaptation à des fonctions de réfraction régulière, il faut remarquer l'inclusion de la masse transparente de la cornée entre deux lames anhistes à surfaces lisses, la membrane de Descemet et celle de Bowman. Elles assurent d'une part la régularité de courbure, le poli des deux surfaces cornéennes, et d'autre part le parallélisme (relatif) des deux faces de la cornée. Pour se rendre compte de l'importance capitale de cette double disposition il suffit de rappeler que les lames de verre dont la surface est cannelée ou rugueuse ne laissent rien distinguer par transparence et que, lorsque par suite d'inflammations superficielles il s'est formé entre l'épithélium et la membrane de Bowman, de très minces membranes, presque transparentes, de tissu conjonctif (taies), la vision est extrêmement gênée, beaucoup moins par le défaut de transparence de telles membranes, peu sensible à un fort

éclairage, que par les légères ondulations de surface qu'elles présentent et qui déterminent un astigmatisme irrégulier non susceptible de correction.

Remarquons en passant que le cristallin, mieux encore que la cornée, est mis par sa capsule dans les mêmes conditions de régularité de surface.

L'espace virtuel suprachoroïdien (sous-scléral), occupé par les fines lamelles de la lamina fusca et situé entre la sclérotique (dure-mère) et la choroïde (pie-mère) se trouve être naturellement l'homologue des cavités séreuses séparant le cerveau et le nerf optique de leur enveloppe piale. Seulement alors qu'au niveau du cerveau et du nerf optique il existe deux cavités, l'une sous-durale, l'autre sous-arachnoïdienne, il n'en existe qu'une entre la sclérotique et la choroïde. Il faut voir dans cette différence l'expression d'une adaptation à des fonctions diverses et se rappeler aussi qu'il s'agit ici simplement d'homologie et non de descendance, l'espace suprachoroïdien se différenciant sur place et n'étant nullement une expansion des séreuses périencéphaliques, tandis qu'au contraire la rétine est un bourgeon des parois cérébrales.

Autour du cerveau et du nerf optique le tissu conjonctif paraît être disposé surtout pour contrebalancer les changements de volume de la masse qu'il enferme (battements du cerveau et coussinet formé par le tissu *spongieux* sous-arachnoïdien) et aussi pour des fonctions circulatoires. Au niveau de la choroïde (pie-mère oculaire ; là encore homologie et non descendance), le tissu conjonctif organisé en fines lamelles (lamina fusca) qui la séparent de la sclérotique semble surtout modifié en vue de faciliter les glissements de la choroïde sur la sclérotique (sous l'action du muscle ciliaire).

Au devant du tendon ciliaire, la chambre antérieure représente la continuation de l'espace supra-choroïdien et se trouve être encore par conséquent l'homologue des cavités séreuses périencéphaliques. Même situation entre la fibreuse externe (ici la cornée) et la membrane vasculaire (ici l'iris) appliqué sur le tissu nerveux ou sur la couche épithéliale qui en est l'équivalent (pars iridica retinæ).

Mais les caractères d'adaptation aux fonctions optiques (transparence et réfraction régulière) que nous venons de faire ressortir pour la fibreuse (cornée transparente) et la membrane vasculaire (résorption de la membrane pupillaire), se manifestent également pour la cavité séreuse, qui, au même niveau, représente, encore une fois, sans en provenir en aucune façon, les espaces séreux périchoroïdiens et périencéphaliques.

La chambre antérieure est évidemment quelque chose d'analogue à l'espace suprachoroïdien (dire qu'elle en est un prolongement pourrait induire en erreur, car elle apparaît chez l'embryon bien avant cet espace), mais elle en diffère par deux caractères essentiels. Tout d'abord elle forme une cavité réelle, maintenue par la présence constante de l'humeur aqueuse, et de plus dans toute l'étendue de la cornée transparente (de la membrane de Descemet) elle n'est traversée par aucun filament conjonctif. L'importance de ce dernier caractère au point de vue de la transparence est facile à saisir. Quant à l'humeur aqueuse elle paraît remplir des fonctions multiples sur lesquelles nous reviendrons. Mais considérée relativement à son adaptation optique, il faut faire remarquer qu'elle ne renferme normalement aucun élément figuré, qu'elle ne forme pas de caillot, c'est-à dire ne renferme pas d'albumine et seulement de très petites proportions de sels. Cette pauvreté en produits solubles qui dépasse même celle du liquide céphalo-rachidien est probablement en rapport avec les conditions de réfraction et même de transparence nécessaires à la vision.

Chez les vertébrés inférieurs l'adhérence qui s'établit entre la choroïde et la périphérie de la cornée pour constituer la limite de la chambre antérieure, se fait par l'intermédiaire d'une sorte de bourrelet cellulaire, le *ligament annulaire*.

Chez les reptiles, les oiseaux, les mammifères, cette adhérence s'établit principalement par le ligament pectiné et accessoirement par un système de fibres musculaires allant de la choroïde vers la limite cornéenne de la sclérotique (muscle ciliaire).

Enfin, chez les singes supérieurs et l'homme, le muscle ciliaire s'est assez développé pour constituer à lui seul un

moyen suffisant d'adhérence entre les deux membranes vasculaire et fibreuse, et corrélativement le ligament pectiné s'est atrophié jusqu'à disparition complète, du moins chez l'adulte, car il persiste jusque dans les derniers temps de la vie intra-utérine comme trace de l'état ancestral.

Nous admettons donc qu'il y a un véritable balancement entre le développement réciproque du muscle ciliaire et du ligament pectiné, ce dernier disparaissant quand le premier a pris un développement suffisant pour assurer l'union tout d'abord due aux fibres ligamenteuses (1).

Quant au développement du muscle ciliaire si remarquable chez les grands singes et chez l'homme comparativement aux autres mammifères, il constitue pour nous un caractère de perfectionnement complémentaire du développement du cerveau et surtout de la main.

C'est, en effet, grâce au développement du muscle ciliaire, c'est-à-dire de l'accommodation, que l'homme primitif, chasseur et chassé, doué de la vue à longue portée des animaux sauvages, sans laquelle il n'aurait pu subsister, a pu cependant utiliser sa main à des travaux délicats, aux arts nécessaires : la fabrication de ses armes de pierre et d'os, de ses vêtements, de ses amulettes, premiers vestiges d'industrie, origine et cause de tous les perfectionnements ultérieurs. On ne comprend pas la main sans le muscle ciliaire, sans la vision rapprochée. Un presbyte est un amblyope pour tous les petits objets qui l'entourent, il est incapable de toute besogne manuelle délicate parce que l'accommodation lui manque. Et cette amblyopie dans la vision de près est bien plus précoce et bien plus intense pour les hypermétropes comme l'étaient vraisemblablement les races primitives. Est-ce donc trop dire que sans l'accommodation la main est inutilisable et que par conséquent le développement du muscle ciliaire est l'une des conditions organiques

(1) Il ne faudrait pas objecter ici la présence simultanée chez les oiseaux d'un ligament pectiné et d'un muscle ciliaire puissamment développé. Ce dernier n'est pas disposé chez eux pour servir d'union entre la choroïde et la sclérotique. De plus la puissante musculature striée de leur iris a besoin d'un tendon d'arrêt : c'est le ligament pectiné qui le fournit.

les plus nécessaires au service de l'intelligence humaine? (1)

Le muscle ciliaire appartient à la choroïde, mais constitue un organe surajouté et non une transformation de parties préexistantes. A sa face profonde, la choroïde se continue pour aller former les procès ciliaires. Nous n'insisterons ici que sur le profil exact de ces derniers. Il a été bien représenté par les anciens anatomistes qui étudiaient un procès ciliaire détaché en entier et examiné à plat, et souvent mal compris et figuré depuis que l'on se rapporte principalement à des coupes histologiques minces. Toute section tant soit peu oblique ou ne passant pas exactement à la fois par la base et la crête du procès donne nécessairement un profil raccourci et déformé.

Nous croyons exact le profil figuré ici parce qu'il est le même que celui d'un procès entier examiné à plat. Les lacunes criblant la coupe sont dues aux alternatives de verrues et de sillons qui marquent les faces latérales du procès et leur donnent un curieux aspect mamelonné.

On voit que le tissu des procès ciliaires, c'est-à-dire de la choroïde, se continue dans celui de l'iris. Cette continuité est la seule attache de l'iris chez l'homme adulte, par suite de la résorption du ligament pectiné du fœtus.

(1) On sait que les oiseaux ont un musele eiliaire beaueoup plus eompliqué et développé que l'homme même, et de plus *strié* eomme leur museulature irienne. Mais l'aeeommodation si puissante qu'il suppose, n'est pas, eroyons-nous, en rapport avee les mêmes fonetions de relation que ehez l'homme. L'aeeommodation, ehez l'oiseau, supplée en partie l'odorat peu développé, dans le ehoix des aliments par exemple, tandis que tous les mammifères pour le même objet se fient exelusivement à leur nez. Mais nous eroyons aussi que la puissanee et la rapidité probable (striation) de l'aeeommodation ehez l'oiseau, est surtout en rapport avee la rapidité du vol. Conçoit-on, par exemple, que les oiseaux ehasseurs à vol extrêmement rapide, les martinets, les faueons, par exemple, puissent, d'une part, distinguer leur proie à la fois de très loin et de très près (surtout les martinets, ehasseurs de petits inseetes), et d'autre part éviter les obstaeles sur lesquels ils se préeipitent avee d'énormes vitesses, s'ils ne sont doués d'une aeeommodation à la fois rapide, préeise, très étendue, probablement même devenue eonseiente (sens musculaire) et suseeptible en tout eas de les renseigner instantanément et exaetement sur la distanee de la proie ou des obstaeles? Il y a eertainement dans eette puissanee du musele aeeommodateur des oiseaux une néeessité de leur genre de ehasse et de la rapidité de leur vol.

La rétine gonflée et décollée par le liquide de Müller s'amincit brusquement en formant l'ora serrata et dès lors adhère intimement à la choroïde. Toute la rétine nerveuse (feuillet interne de la vésicule rétinienne), se réduit à une couche épithéliale sans pigment, qui, toujours doublée par l'épithélium pigmentaire (feuillet externe de la vésicule rétinienne), tapisse les procès dans toutes leurs anfractuosités (pars ciliaris retinæ), puis enfin l'iris (pars iridica retinæ). Seulement la couche cellulaire interne dépourvue de pigment jusque vers la racine des procès ciliaires commence à présenter quelques grains pigmentaires au niveau de ceux-ci, et devient enfin complètement noire, comme le feuillet rétinien externe, à partir de la racine de l'iris, transformation qui a pour effet d'assurer l'opacité nécessaire à ce diaphragme.

Au point de vue purement macroscopique, la rétine et la choroïde, en avant de l'ora serrata, ne forment plus qu'une seule membrane, étant intimement soudées l'une à l'autre et seulement séparables par des macérations prolongées. On pourrait exprimer cet état de choses, en opposition si prononcée avec la facilité de décollement de la rétine proprement dite, en désignant par le terme de *chorio-rétine* l'ensemble formé par les deux membranes de l'ora serrata au bord pupillaire. La région chorio-rétinienne comprendrait trois segments : 1° chorio-rétine postérieure ou plane, de l'ora serrata à l'origine des procès, ayant une certaine étendue chez l'homme, mais faisant défaut chez la plupart des mammifères dont les procès naissent immédiatement au devant du bord dentelé de la rétine ;

2° Chorio-rétine moyenne ou ciliaire, c'est-à-dire la région plissée, les procès ciliaires ;

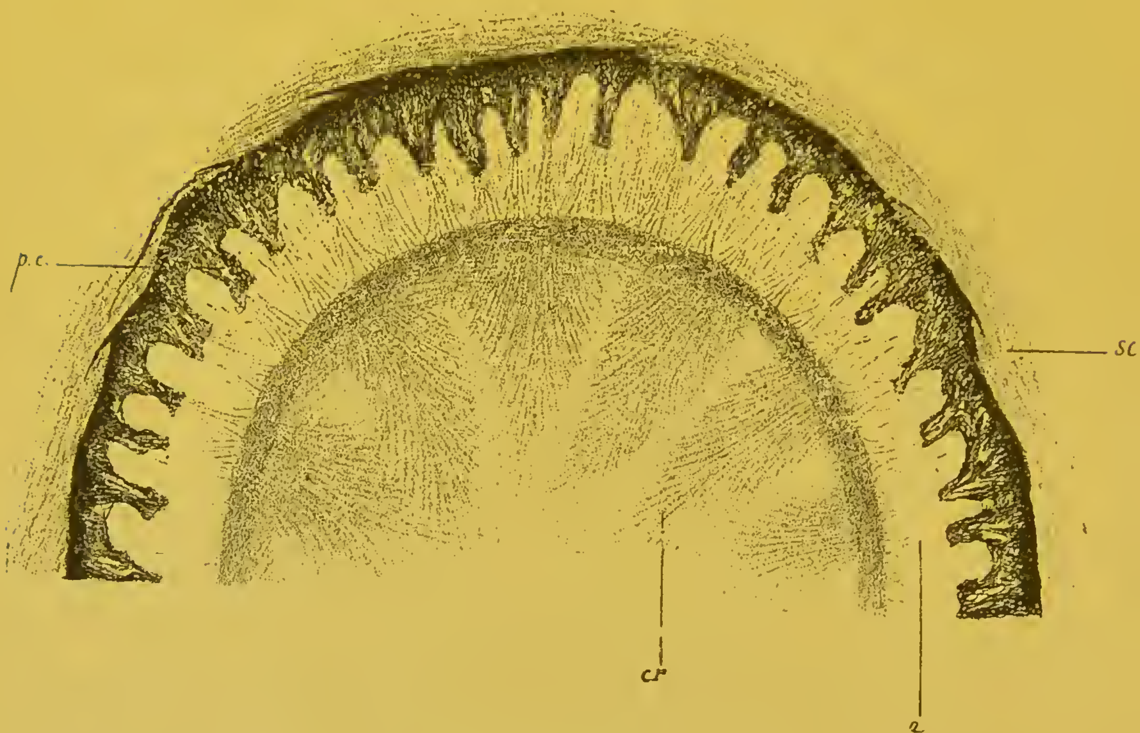
3° Chorio-rétine antérieure ou irienne, caractérisée par son opacité et sa mobilité dont les deux conditions essentielles sont qu'elle ne possède d'adhérences que par un de ses bords et qu'elle est pourvue d'un appareil musculaire.

Fig. 8.

Œil humain vu de face

après ablation complète de tout le couvercle de la chambre antérieure (cornée et limbe scléral), et arrachement de l'iris.

On découvre ainsi la face antérieure du cristallin, les têtes des procès ciliaires et l'espace périlenticulaire traversé par les fibres de la zonule.



s. c. Sclérotique (surface de coupe).
z. Fibres zonulaires.
cr. Cristallin.
p. c. Procès ciliaires.

Cette figure est simplement destinée à donner l'idée d'un aspect général. Elle ne se prête par sa nature à aucune analyse anatomique précise. Elle permet seulement d'indiquer

qu'il y a un espace libre périlenticulaire, c'est-à-dire que les procès ciliaires ne touchent pas le cristallin. C'est là du reste une des caractéristiques de l'œil humain, chez la plupart des quadrupèdes les procès, beaucoup plus longs que chez l'homme, vont s'appliquer et se mouler sur la périphérie de la lentille.

L'espace périlenticulaire est traversé par les fibres radiées de la zonule, disposées en petits faisceaux, transparents comme du verre, allant de la région des parois à la lentille sans que l'on puisse du reste déterminer, par ce mode de préparation, quel est leur point et leur mode exact d'insertion. On ne peut non plus se rendre compte s'il s'agit de fibres isolées ou réunies par une fine membrane, question très facile à résoudre dans le premier sens par d'autres procédés d'examen.

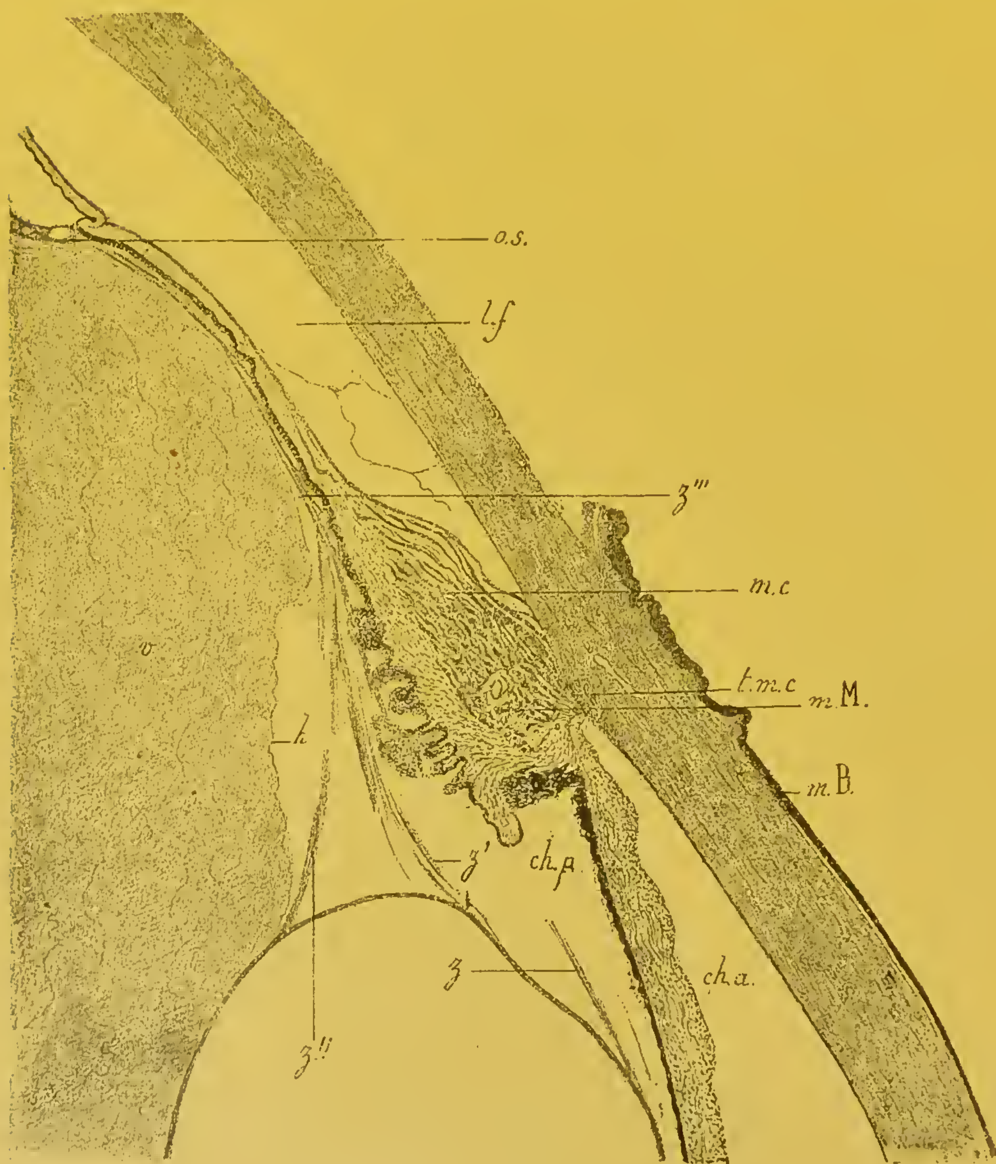
On voit simplement en somme que le cristallin paraît maintenu dans l'œil comme une araignée au milieu de sa toile par un système de fils radiés.

FIG. 9.

Segment antérieur de l'œil.

(Femme de 50 ans).

Les chambres antérieure et postérieure, la zonule, la région antérieure du vitré.



m. B. L'origine de la membrane de Bowman. C'est en ce point seulement que les couches antérieures de la cornée deviennent transparentes. Opaques jusque-là, elles constituent une sorte d'empiètement superficiel de la sclérotique sur le couvercle transparent de la chambre antérieure. Cet empiètement est de 2 millim. et plus en haut et en bas, de 1 millim. environ en dedans et en dehors. C'est ce qui donne à la cornée transparente la forme d'un ovale à grand axe transversal, tandis que la chambre antérieure est circulaire.

ch. a. Chambre antérieure. Elle est moins profonde qu'à l'état normal, le cristallin étant légèrement porté en avant et surtout plus épais que normalement (gonflement par les réactifs).

ch. p. Chambre postérieure. On voit qu'elle est limitée en avant par l'iris et les procès ciliaires (*pars iridica* et *ciliaris retinæ)*, en arrière par le cristallin et le vitré (*h.* hyaloïde). Elle contient les fibres *z* de la zonule. La zone pupillaire de l'iris (non figurée ici) reposant sur le cristallin, les deux chambres de l'humeur aqueuse communiquent par une fente capillaire.

zz'. Fibres zonulaires constituant le plan antérieur.

z''. Fibres zonulaires du plan postérieur.

z'''. Fibres zonulaires de renforcement.

h. L'hyaloïde. En arrière, dans l'épaisseur du vitré on voit des faisceaux ondulés analogues d'aspect à l'hyaloïde et du reste de même nature qu'elle. Toute cette partie antérieure du vitré présente, plus ou moins marquée, une disposition fibrillaire, ébauche de la transformation qui a donné naissance aux fibres nettement différenciées de la zonule.

L'espace libre entre l'hyaloïde et les fibres zonulaires (au niveau de *h.*) résulte d'un décollement accidentel très fréquent sur les préparations et qui démontre la non adhérence de l'hyaloïde et de la zonule en ce point. Petit (1726) en produisant ce décollement par une injection d'air fit une expérience sans aucun doute fort intéressante encore aujourd'hui. Mais on voit combien le mot de *canal* de Petit est mal appliqué à ce décollement par emphysème rétro-zonulaire.

o. s. L'*ora serrata*. Le pli choroïdien situé au-dessus est accidentel.

l. f. Espace supra-choroïdien, ne présentant dans sa partie antérieure que des lamelles de lamina fusca extrêmement ténues et espacées. C'est là presque une transformation en cavité séreuse ; dès lors il est bien difficile de ne pas admettre des glissements de la choroïde sur la sclérotique en ce point.

m. c. Muscle ciliaire (portion radiée, muscle de Brücke.

m M. Muscle de Müller (faisceaux circulaires du muscle ciliaire).

La forme régulière du globe oculaire, nécessaire à ses fonctions optiques, se maintient par l'équilibre qui existe entre la résistance de la coque et le volume du contenu liquide ou semi-liquide de l'œil. Un œil perforé se déforme par affaissement de sa paroi fibreuse; un œil trop rempli (glaucome) finit toujours par présenter des ectasies, des bosselures. Si donc d'une part l'intégrité de la résistance scléro-cornéenne est nécessaire à la conservation de la forme de l'œil, un volume constant du contenu du globe est un second facteur d'une égale importance. Le cristallin, le vitré, l'humeur aqueuse, forment ce contenu. Le cristallin a un volume invariable; le vitré est très probablement, même à l'état physiologique, susceptible de subir des variations de volume par suite d'imbibition aqueuse plus ou moins prononcée.

Mais c'est avant tout l'humeur aqueuse qui représente l'élément variable (et rapidement variable) dans le contenu de l'œil et qui a par conséquent pour fonction de combler les vides, de prendre la place des organes qui viennent à disparaître (résorption pathologique ou extraction du cristallin) ou à diminuer de volume (le vitré dans les yeux de vieillards qui présentent du collapsus de la cornée après l'extraction de la cataracte).

En un mot, c'est elle qui assure le réglage de la tension intraoculaire et par suite la forme du globe, du moins dans des limites étendues.

Sa sécrétion, sa résorption, sont, par conséquent, pour les fonctions optiques et la vie propre de l'œil, d'une importance absolument primordiale. Malheureusement nos connaissances sont encore bien incomplètes à ce sujet, malgré beaucoup d'expériences et un certain nombre de données intéressantes (notamment l'expérience d'Ehrlich : apparition rapide dans la chambre antérieure, de la fluorescéine injectée dans les veines d'un lapin).

L'humeur aqueuse est contenue entre le vitré et le cristallin formant paroi postérieure et la cornée formant paroi antérieure. L'iris sépare en deux l'espace ainsi limité et le divise en chambre antérieure et chambre postérieure. Le contact du cristallin avec la zone centrale de l'iris fait que

la chambre postérieure n'est une cavité réelle que vers l'équateur du cristallin, mais non au devant de la lentille. La communication des deux chambres au niveau de la pupille se fait donc par l'intermédiaire d'une fente capillaire.

Les particularités peu connues de la chambre antérieure, sa subdivision en chambre antérieure proprement dite et espace cilio-scléral seront principalement étudiées au sujet de l'angle irien.

Nous ne parlerons ici que de la chambre postérieure. Son vrai nom serait espace *hyalo-rétinien*, car en définitive elle représente une fente, une cavité entre deux organes partout ailleurs contigus, le vitré et la rétine (représentée au niveau de la chambre postérieure par les pars ciliaris et iridica).

La chambre postérieure de l'homme est caractérisée par l'espace libre qui existe toujours entre la tête des parois et le bord du cristallin. Cet *espace périlenticulaire* mesure toujours un millimètre et plus; il est beaucoup plus étroit ou même manque totalement chez les quadrupèdes. Chez les oiseaux les procès ciliaires se moulent exactement sur le cristallin.

Immédiatement en arrière du plan équatorial de la lentille l'hyaloïde arrive au contact des crêtes ciliaires et la chambre antérieure n'est plus représentée que par les vallées ciliaires qui lui constituent autant de prolongements radiés. Nous ne faisons qu'indiquer ici ces prolongements dont une étude exacte n'est possible que sur les coupes perpendiculaires à l'axe optique (fig. 10 et 11). Les crêtes ciliaires s'effaçant graduellement en arrière, la chambre postérieure à ce niveau se termine en fente et se ferme par le contact et l'adhérence qui s'établissent au-devant de l'ora serrata entre l'hyaloïde, la zonule et la pars ciliaris retinœ.

La chambre postérieure contient la zonule l'un des organes de l'œil les plus particuliers et les plus difficiles à étudier.

Que la zonule chez l'homme et même, croyons-nous, chez toutes les espèces animales, soit uniquement composée de fibres, ou pour mieux dire de faisceaux de fibrilles et nulle-

ment constituée ou compliquée par une membrane continue, c'est ce qu'il est parfaitement inutile de discuter aujourd'hui. Nous avons des procédés très simples de préparation qui permettent à chacun d'observer les fibres zonulaires dans des conditions où il ne saurait y avoir aucun doute sur leur nature. Par exemple les coupes perpendiculaires ou légèrement obliques par rapport à l'axe optique après coloration en masse par le carmin (v. fig. 10).

La zonule membrane continue est du même temps que le canal de Fontana et le canal de Petit. Il n'est pas question de méconnaître le mérite des premiers anatomistes qui, avec des méthodes de préparation encore imparfaites, ont fait faire les premiers pas à l'anatomie de l'œil en publiant des observations déjà fort utiles bien qu'en partie erronées. Mais vraiment c'est trop vivre sur le passé, trop négliger les observations personnelles rendues cependant faciles par la technique actuelle que d'adopter encore certaines opinions vieillies et même de les discuter.

La figure 8 donne une idée de la disposition radiée des fibres zonulaires. La fig. 9 fait comprendre dans leurs points principaux le trajet et les insertions de ces fibres.

On les distingue à partir de l'ora serrata. En avant de ce point elles s'attachent d'une part à la pars ciliaris retinœ, d'autre part à l'hyaloïde. Elles sont donc comprises entre deux surfaces auxquelles elles adhèrent. Mais leurs insertions à la rétine ciliaire se continuent beaucoup plus en avant que celles à l'hyaloïde. Celle-ci, en effet, ne donne adhérence à la zonule que dans une largeur de quelques millimètres en avant de l'ora serrata, au-delà de cette étroite zone elle lui est simplement appliquée et peut s'en éloigner sous l'influence d'injections artificielles ou pathologiques, ce qui met en évidence le prétendu canal de Petit. Au contraire, les attaches ciliaires des fibres de la zonule se prolongent beaucoup plus en avant, presque vers l'orifice antérieur des vallées ciliaires.

A partir du point où se dessinent les crêtes et vallées ciliaires (c'est-à-dire quelques millimètres au devant de l'ora serrata), c'est uniquement au fond de ces vallées que s'attachent les fibres de la zonule. On n'en voit jamais partir des

crêtes ciliaires ni de leurs faces latérales (v. fig. 10). Ce qui a pu souvent donner lieu à des erreurs à ce sujet, c'est que l'on a généralement interrogé des coupes antéro-postérieures de l'œil (comme la fig. 9). Dans ces conditions, quand un faisceau zonulaire présente une extrémité coupée au contact d'une crête ciliaire, on peut parfaitement croire qu'il s'attache à cette dernière. C'est ce qui arriverait ici si l'on suppose la fibre zonulaire la plus antérieure prolongée jusqu'aux procès ciliaires. L'erreur a été commise et même figurée. Les coupes transversales de l'œil, convenablement orientées suivant la direction des fibres zonulaires (fig. 10), nous placent dans des conditions d'observations telles que nous ne pouvons nous tromper sur l'insertion des fibres antérieures de la zonule : Nous les voyons partir toutes et exclusivement du fond des vallées ciliaires.

Les fibres zonulaires en descendant vers le cristallin se divisent en deux plans principaux, un antérieur et un postérieur.

Les fibres postérieures (*z''*) se moulent sur la convexité antérieure du vitré qui les fait légèrement bomber en avant. Dans la fig. 9 elles ont conservé cette direction curviligne malgré le décollement accidentel du vitré. Elles vont s'attacher à la cristalloïde postérieure tout à fait vers sa périphérie.

Les fibres antérieures en rapport non plus avec une surface régulière comme celle de l'hyaloïde, mais avec la série des crêtes et des vallées ciliaires présentent une disposition un peu plus compliquée, car elles forment non plus un plan, mais une surface gaufrée qui s'engrène avec les procès. Les unes, nées sans doute loin en arrière dans la région plane de la zone choroïdienne, suivent dans leur trajet (et sans y adhérer) les crêtes ciliaires qui appuient sur elles en les déprimant et en leur donnant la concavité antérieure que l'on retrouve sur la figure 9. Le rasoir n'ayant pas passé exactement par la crête du procès, le profil de sa coupe se trouve éloigné de la zonule. Mais il faut bien se rendre compte que c'est là un profil tout artificiel, ne représentant pas la crête des procès (pour le vrai profil des procès ciliaires, v. fig. 7). Cette crête, en appuyant sur les fibres zonulaires,

détermine leur concavité en avant, et leur sert en quelque sorte de chevalet tenseur, de poulie de réflexion. Les fibres réfléchies sur les procès s'attachent à la cristalloïde antérieure tout à fait vers sa périphérie, dans une situation à peu près symétrique aux insertions postérieures. Elles constituent les parties rentrantes de la surface gaufrée.

Les parties saillantes de cette surface sont représentées par les fibres qui débouchent de l'orifice antérieur des vallées ciliaires où elles sont nées (z) et par conséquent ne subissent pas de réflexion sur les crêtes ciliaires avec lesquelles elles n'ont aucun rapport. Ces fibres nous paraissent moins nombreuses que celles des deux autres catégories prises séparément. Elles s'insèrent sur la cristalloïde antérieure bien en avant du plan des fibres réfléchies, c'est-à-dire plus vers le centre du cristallin. L'alternative des insertions rentrantes et saillantes du plan antérieur gaufré de la zonule dessine sur la cristalloïde une ligne onduleuse depuis longtemps connue et souvent représentée.

Toutes les fibres zonulaires ne vont pas au cristallin. Un certain nombre d'entre elles s'étendent longitudinalement d'un point à un autre de la pars ciliaris retinœ. On entrevoit quelque chose de cette disposition en *z'''*. Peut-être aussi existe-t-il des fibres analogues allant très obliquement de l'hyaloïde à la rétine ciliaire et d'arrière et avant.

Nature de la zonule. — Les faisceaux zonulaires ont assez bien l'aspect de petits faisceaux tendineux, mais ils en diffèrent par une rigidité beaucoup plus grande en rapport avec une résistance particulière aux agents dissociants (ébullition, acides). Nous les croyons développés aux dépens de la zone vitréenne située chez l'embryon entre le corps ciliaire en voie de développement et l'équateur de la lentille. Vers le troisième mois chez l'homme, à l'apparition des plis ciliaires, de très fines fibres, d'abord plus visibles au contact des procès, se dirigent radiairement vers le cristallin, accompagnant les vaisseaux près de la périphérie du vitré, descendent vers l'équateur de la lentille. Ces fibres se développent dans le tissu muqueux (vitré) qui englobe les vaisseaux, mais

nullement aux dépens des gaines de ceux-ci. La zonule ne représente pas du tout les vaisseaux capsulaires atrophiés, étant formée bien avant que ceux-ci ne disparaissent. Elle représente au contraire quelque chose de très analogue à l'hyaloïde et aux faisceaux fibrillaires ondulés des régions vitréennes antérieures, c'est-à-dire une espèce particulière de fibres conjonctives. Seulement elle est le résultat d'une différenciation, d'une adaptation bien plus complète, elle est en somme un système de fibres tendineuses développées aux dépens de la substance intercellulaire d'une masse conjonctive préexistante.

La disposition générale de la zonule fait comprendre sans plus ample explication comment elle s'oppose aux déplacements latéraux du cristallin, tout en permettant dans une certaine mesure des excursions antéro-postérieures. Le nom physiologique de *ligament suspenseur* la qualifie justement bien qu'il n'exprime pas toutes ses fonctions. Mais une suspension suppose un point fixe : la zone choroïdienne, principal point d'attache de la zonule, n'étant réunie à la sclérotique par aucun lien anatomique solide, c'est la seule tension du vitré qui appliquant fortement la choroïde à la sclérotique (en d'autres termes distendant le sac choroïdien) peut faire de la première membrane un point d'attache résistant. A ce point de vue donc le rôle mécanique du vitré paraît être de la plus grande importance.

La tension considérable qui existe dans la chambre vitréenne est démontrée par la propulsion du cristallin et de l'iris contre la cornée dès qu'une ponction vide la chambre antérieure. Si l'on a ce fait bien présent à l'esprit, il nous paraît difficile de ne pas admettre que la zonule est constamment en état de tension, comme formant, si l'on veut, une partie de la paroi d'un sac (sac choroïdo-zonulaire) partout inextensible (comme appuyé à la sclérotique) sauf justement au niveau de la zonule et du cristallin. La tension de la zonule et par suite sa traction constante sur la lentille, nous paraissait donc extrêmement probables. C'est là l'hypothèse faite anciennement par Helmholtz et admise sans conteste jusqu'à ces derniers temps pour expliquer le mécanisme de l'accommodation. Seulement Helmholtz ne faisait pas intervenir

l'action du vitré, qui nous paraît essentielle. Il reste à savoir quelle modification imprime au cristallin la tension zonulaire. Helmhotz admettait, ce qui, évidemment à priori, semble rationnel, un aplatissement de la lentille, tandis que M. Tscherning, en exerçant des tractions avec les doigts sur la zonule du bœuf, tandis qu'il examinait le cristallin de profil, a vu, il est vrai, les parties périphériques de celui-ci s'aplatir, mais les parties centrales, au contraire (qui seules interviennent dans l'accommodation) se bomber ; ce qui est juste l'inverse de la manière de voir d'Helmhotz et modifie complètement les conceptions actuelles du mécanisme de l'accommodation.

Cette question de mécanisme est des plus ardues, parce que l'expérimentation et la vérification directe sont extrêmement difficiles à ce sujet. Helmhotz paraît s'être trompé en un point pour avoir admis (non pas sans essai de vérification directe, mais du moins sans résultat positif d'observation) une chose pourtant bien logique en apparence : l'aplatissement du cristallin par la tension de la zonule (chose qu'il ne donne du reste que comme probable). M. Tscherning, vérifiant expérimentalement le résultat de cette tension zonulaire, semble avoir fait faire un pas à la connaissance de la question et réfuté une erreur d'Helmhotz. Mais quand à son tour il quitte le terrain expérimental pour essayer d'interpréter l'action du muscle ciliaire d'après les dispositions anatomiques qu'il lui suppose, il est infiniment probable qu'il fait lui-même fausse route et nous fait sentir la nécessité qu'il y a à aborder expérimentalement et autant que possible par l'observation directe l'étude du mécanisme musculaire de l'accommodation.

Muscle ciliaire. — Nous n'insisterons pas sur les insertions de ce muscle suffisamment indiquées dans la légende de la fig. 9. Mais il faut ajouter quelques traits à son anatomie. Le muscle ciliaire présente suivant son épaisseur deux régions, se continuant faisceau par faisceau l'une avec l'autre et séparables seulement dans une description, nullement dans la nature. La partie superficielle, celle qui touche la sclérotique, est un muscle feuilleté, c'est-à-dire formé de lamelles

musculaires superposées, dans chacune desquelles les fibres musculaires lisses ont une direction longitudinale. La figure 9 montre quelque chose de cette disposition surtout bien visible chez le fœtus où chaque feuillet musculaire se continue par un plan relativement distinct de petits faisceaux tendineux qui vont concourir à la formation du système trabéculaire scléro-cornéen. Cette portion radiée du muscle ciliaire existe seule chez les quadrupèdes, par exemple le chien, le chat, le porc. Elle représente le véritable *tensor choroïdeæ* de Brücke, et constitue la partie fondamentale, essentielle du muscle ciliaire.

A la face profonde de cette portion radiée chez l'homme les faisceaux musculaires s'éloignent de la direction antéro-postérieure, s'incurvent latéralement en prenant des directions plus ou moins obliques, et, s'anastomosant les unes avec les autres, constituent une sorte de réseau musculaire à mailles allongées transversalement (circulairement), ce que démontrent surtout les coupes perpendiculaires à l'axe optique (v. fig. 10 et 11). La tendance à la disposition réticulée et circulaire est d'autant plus accentuée dans le muscle choroïdien qu'il s'agit de régions plus profondes et plus antérieures. A son angle antéro-inférieur (l'angle antéro-supérieur étant représenté par l'insertion sclérale), on observe souvent même sur les coupes sagittales (v. fig. 10 et 14) un certain nombre d'ilots arrondis et isolés qui représentent la coupe de faisceaux à direction circulaire et séparés du reste du muscle (*m.* de Müller). Cet isolement n'est du reste sans doute que relatif : une coupe ainsi faite ne révèle que les dispositions anatomiques exactement comprises dans son plan et ne démontre nullement que le faisceau momentanément isolé, ne va pas plus loin s'anastomoser avec le reste du muscle, chose qui nous semble probable.

La portion circulaire du muscle ciliaire représente sans doute, malgré sa direction, un faisceau de renforcement de la portion radiée. Il paraît impossible du reste, à cause de leur continuité anatomique, de ne pas admettre la synergie des deux régions du muscle, l'unité d'action du muscle unique qu'elles constituent. C'est là l'idée fondamentale qui avait guidé Iwanoff dans l'interprétation des différences que

représente le muscle ciliaire suivant la réfraction de l'œil. Étudiant des yeux de cadavre qu'il n'avait pas examinés cliniquement, Iwanoff les considérait comme hypermétropes ou myopes suivant qu'ils étaient notablement plus courts ou plus longs que les yeux emmétropes. Les petites différences étant peu appréciables ou peu sûres avec les moyens de mensuration extérieure de l'œil, Iwanoff n'a tenu compte que des écarts notables, il s'est donc adressé aux amétropies fortes, aux types extrêmes. Un muscle circulaire très développé caractérise pour lui le muscle de l'hypermétrope qui accommode constamment, l'absence de tout faisceau circulaire celui du myope, qui use peu de son accommodation. On peut donc conclure, semble-t-il, que la présence des fibres circulaires augmente la puissance du muscle.

Mais en définitive, n'étant pas assurés du mécanisme d'action de ce muscle, rappelons-nous que si celui de l'hypermétrope nous paraît mieux conditionné au point de vue de l'accommodation que celui du myope, c'est qu'au fond nous faisons ce raisonnement : l'hypermétrope accommode plus que le myope, donc son faisceau circulaire est un faisceau de renforcement. C'est une pétition de principe.

Reconnaissons cependant que l'anatomie comparée parle dans le sens de l'hypothèse d'Iwanoff. Les quadrupèdes doués seulement d'une accommodation peu étendue, n'ont qu'un muscle ciliaire peu développé, réduit à la portion radiée, et chez les espèces supérieures, à grande amplitude accommodative, les grands singes et l'homme, non seulement cette portion radiée se renforce, mais constamment aussi on voit s'adjoindre à elle le système des fibres obliques approchant plus ou moins de la disposition circulaire.

Tout en accordant un grand caractère de probabilité aux conclusions d'Iwanoff, il faut cependant encore faire les réserves que commande notre incertitude sur le mécanisme du muscle ciliaire, et se rappeler aussi que les modifications de forme du globe dans les cas d'amétropie forte peuvent ne pas être sans influence sur la configuration du muscle ciliaire. Sa physionomie peut varier suivant qu'il est allongé (type de l'œil myope) ou raccourci (type de l'hypermétropie).

Fig. 10.

Œil humain adulte.

Coupe vertico-transversale, au niveau de la tête des procès ciliaires, suivant une ligne passant donc au-devant du vitré.



scl. Sclérotique ; une partie seulement de son épaisseur a été représentée.

l. f. Lamina fusca, dissociée par le décollement qui s'est produit, comme toujours, entre le muscle ciliaire et la sclérotique.

m. c. Muscle ciliaire.

t. c. Couche choroïdienne du corps ciliaire.
v. c. Vallée ciliaire, garnie d'un épithélium fortement pigmenté.
ch. p. L'espace périlenticulaire, faisant, comme les vallées ciliaires, partie de la chambre postérieure.
p. c. Procès ciliaires revêtus de leur double couche épithéliale (pars ciliaris retinæ) presque entièrement dépourvue de pigment à ce niveau.
z. Les fibres zonulaires.
cr. La cristalloïde, coupée aux environs de l'équateur, doublée de son épithélium capsulaire.

Nous ferons tout d'abord remarquer l'aspect particulier du muscle ciliaire dont on voit les faisceaux superficiels figurés par des champs arrondis, c'est-à-dire, coupés perpendiculairement à leur axe. Les faisceaux profonds sont, au contraire, coupés très-obliquement ou même suivant leur longueur, parce qu'ils ont sur certains yeux une direction à peu près circulaire :

La couche de tisssu conjonctif qui continue la choroïde en diffère surtout parce qu'elle contient beaucoup moins de vaisseaux. Cela tient essentiellement à ce que la choroïde, dans ses régions plus postérieures, renferme un très grand nombre de vaisseaux *de passage*, ce qui n'est pas le cas pour les régions antérieures.

On voit que les procès ciliaires ne sont pas à proprement parler des plis, mais des crêtes, puisqu'ils sont formés d'une seule lame conjonctive. Leur réseau capillaire, si riche, n'est pas apparent ici parce qu'il est vide et que le grossissement n'est pas assez fort. La disposition ravinée, plissée, de leurs parois latérales est bien apparente : elle explique facilement l'aspect lacunaire des coupes antéro-postérieures et comme quoi elles sont rarement complètes et de profil si souvent irrégulier.

Il est inutile de décrire spécialement les vallées ciliaires dont on comprend aisément la disposition et la profondeur. Mais faisons remarquer tout d'abord la forte pigmentation du fond des vallées en opposition avec celle beaucoup moindre des crêtes ciliaires et ensuite que les fibres zonulaires partent uniquement du fond des vallées, jamais des faces

latérales ou des extrémités des procès. La raison de cette dernière disposition est facile à saisir : le fond des vallées ciliaires est un sol résistant et solide, les procès eux-mêmes offrent certainement une stabilité beaucoup moindre qui ne fournirait pas à la zonule un suffisant point d'appui pour agir sur le cristallin.

Le ligament suspenseur du cristallin, est, on le voit, constitué chez l'homme uniquement par des fibres et nullement par une membrane, comme certains ouvrages d'anatomie, même très-récents, le figurent encore. Ces fibres zonulaires ont quelque analogie avec des fibres tendineuses, mais elles sont plus rigides et d'aspect vitreux. De plus elles traversent à nu la chambre postérieure, c'est-à-dire qu'elles ne présentent aucune trace de revêtement endothélial, chose qui n'arrive jamais pour les faisceaux tendineux, lesquels sont toujours engainés d'un endothélium.

Leur mode d'attache dans le fond des vallées ciliaires est chose encore mal déterminée. Chaque fibre zonulaire avant d'aborder la double couche épithéliale de la pars ciliaris retinœ se dissocie en un faisceau de fibrilles dont chacune semble pénétrer entre les cellules épithéliales. Mais est-ce réellement l'épithélium qui fournit l'insertion, ou bien la lame vitrée choroïdienne qui persiste encore très-amincie au niveau du corps ciliaire ? C'est ce que nous ne sommes pas en mesure de décider. Cependant il faut faire remarquer que l'origine conjonctive de la zonule (v. fig. 9, *nature de la zonule*) porterait beaucoup plutôt à admettre une adhérence des fibres zonulaires à la surface des cellules de la pars ciliaris retinœ, qu'une pénétration de ces mêmes fibres entre les cellules et leur insertion à la lame vitrée choroïdienne.

FIG. 11.

Œil humain adulte

Coupe vertico-transversale passant par la partie moyenne des procès ciliaires, c'est-à-dire plus en arrière que la précédente, et intéressant la partie antérieure du corps vitré.



scl. Sclérotique.
l. f. Lamina fusca
m. c. Muscle ciliaire.
ch. c. Couche choroïdienne du corps ciliaire.
z. Fibres zonulaires coupées presque perpendiculairement à leur longueur, parce que la coupe passe en un point où elles vont à peu près directement d'arrière en avant.

p. c. Un procès ciliaire, avec sa double couche épithéliale, beaucoup moins pigmentée que celle du fond de la vallée.

h. Hyaloïde, n'ayant, comme l'on peut voir, rien de commun avec la zonule.

c. v. Corps vitré, déprimé à ses points de contact avec les crêtes ciliaires.

pr. ch. p. Les prolongements de la chambre postérieure, qui ne sont autre chose que les vallées ciliaires dans la région où le contact de l'hyaloïde avec les crêtes ciliaires fait de chacune d'elles un diverticule isolé de la chambre postérieure.

Cette coupe postérieure au niveau de laquelle les procès ont nécessairement une hauteur moindre, est surtout intéressante en ce qu'elle fait voir comment la chambre postérieure se prolonge en arrière entre les crêtes ciliaires et l'hyaloïde.

Le trajet de la coupe intéresse d'abord les crêtes ciliaires, puis un espace libre prolongement de la chambre postérieure, contenant les fibres zonulaires, puis enfin l'hyaloïde et le vitré. Seulement le sommet des crêtes ciliaires touchant et déprimant l'hyaloïde, il en résulte que la chambre postérieure est à ce niveau subdivisée en autant de prolongements radiés qu'il y a de vallées ciliaires.

Ces dernières contiennent les fibres zonulaires coupées presque transversalement ainsi que l'indique facilement le trajet de la coupe.

Kunht admettant que la zonule était une membrane continue, décrivait les prolongements de la chambre postérieure comme limités en dedans par la zonule à laquelle il attribuait le même trajet qu'à l'hyaloïde, dont elle constituait une sorte de doublure.

Il y avait là une double erreur portant sur la nature de la zonule et sur son trajet, erreur qui paraît encore admise par certains auteurs et que l'on retrouve même dans de récents traités d'anatomie.

Les procès ciliaires considérés comme source de l'humeur aqueuse. — Le mot de glande ciliaire revient assez souvent maintenant

dans la littérature ophthalmologique pour désigner la surface épithéliale anfractueuse que représentent les procès et vallées ciliaires revêtus de leur rétine. Il exprime l'hypothèse de la sécrétion de l'humeur aqueuse par les procès, hypothèse déjà émise par Zinn et Haller, qui s'appuyaient sur la grande richesse vasculaire des franges ciliaires opposée à la pauvreté relative de l'iris.

Ce terme de glande ciliaire, très probablement juste au point de vue physiologique, est mauvais en anatomie. Il n'y a rien dans la région ciliaire qui soit semblable aux vraies glandes. Celles-ci sont originairement et essentiellement des bourgeons épithéliaux en rapport avec les surfaces cutanées ou muqueuses dont elles représentent des proliférations intra-dermiques. Il suffit de rappeler cette disposition générale des glandes pour faire comprendre que les procès ciliaires sont quelque chose de fort différent au point de vue anatomique.

Mais il n'en est pas moins vrai que ces replis de la chorio-rétine ciliaire constituent une modification de même sens (multiplication des surfaces) et très probablement de même usage (sécrétion) que les glandes proprement dites. Leur richesse vasculaire, qui n'approche pas de celle des glomérules du rein, mais qui, enfin, est considérable, n'est sans doute pas uniquement destinée à assurer la nutrition de ces parties mais doit se trouver en rapport avec une fonction spéciale.

Un autre caractère particulier de la rétine ciliaire pouvant être relatif également à des fonctions sécrétoires, consiste dans son peu de pigmentation au niveau des crêtes ciliaires, qui ont une coloration non pas noire, mais gris clair. Les cellules surchargées de pigment, paraissent, d'une façon générale, douées d'une vitalité moindre que les cellules blanches. Or, les figures 10 et 11 montrent que la couche superficielle de l'épithélium des procès est à peu près dépourvue de pigment ; de plus, la couche profonde, pigmentaire dans toute son étendue, de la papille à la pupille, perd elle-même au niveau des crêtes ciliaires une partie de son pigment, révélant peut-être ainsi en ce point une adaptation à des fonctions autres que celle d'éteindre la lumière diffuse dans l'œil et d'assurer l'opacité des parois du globe.

FIG. 12.

Région des procès ciliaires et de l'angle irien chez le porc.

(Région cilio-sclérale de la chambre antérieure).



k Sclérotique.
l. Cornée.
i. Muscle ciliaire, très peu développé et séparé de la sclérotique par une sorte de fente.

a. Insertion antérieure du muscle ciliaire.
h. Membrane de Descemet. On voit qu'à son origine elle reçoit l'insertion d'un prolongement de l'iris (ligament pectiné de Hueck.)
p. Réticulum scléro-cornéen qui occupe, dans une rainure de la face interne de la sclérotique, l'espace compris entre la pointe du muscle ciliaire et l'origine de la membrane de Descemet.
d. Veinules situées au fond de la rainure sclérale et faisant même saillie dans le réticulum scléro-cornéen. Elles représentent le canal de Schlemm et le plexus de Leber de l'homme.
s. Le réticulum cilio-scléral, réseau cellulaire lâche interposé entre la surface extérieure du corps ciliaire et la sclérotique (dissociée en ce point en réticulum scléro-cornéen). Les trabécules les plus antérieures du réticulum cilio-scléral constituent le ligament pectiné de Hueck (terme d'anatomie descriptive que l'on peut conserver mais qui ne désigne que la partie visible à l'œil nu du réticulum cilio-scléral).
r. Les procès ciliaires beaucoup plus développés et compliqués que chez l'homme et descendant aussi beaucoup plus bas derrière l'iris.
t. La racine de l'iris.
n. La couche pigmentaire postérieure de l'iris (pars iridica retinæ).
m. La trame conjonctive de l'iris (choroïde irienne).

L'étude de l'angle de la chambre antérieure chez les quadrupèdes est nécessaire pour bien comprendre en quoi la même région s'est modifiée chez l'homme sous des influences dont la principale est, croyons-nous, le développement du muscle ciliaire et de l'accommodation.

Les points de repère nécessaires dans l'étude de la région, sont, d'une part, la pointe du muscle ciliaire, et, de l'autre, l'origine de la membrane de Descemet, séparés par une zone de tissu lacunaire (réticulum scléro-cornéen) que loge une dépression de la sclérotique (rainure sclérale de Schwalbe) et qui n'est, en somme, que du tissu scléral modifié et dissocié.

La surface externe des procès ciliaires est reliée au muscle ciliaire et plus en avant à la région lacunaire de la sclérotique (réticulum scléro-cornéen), par un réseau conjonctif lâche, qui, vers l'origine de la membrane de Descemet, se condense

en cordelettes en constituant le ligament pectiné de l'iris de Hueck ou *prolongements iriens* (iris fortsätze des auteurs allemands). Les cordelettes les plus antérieures et les plus volumineuses de ce réseau conjonctif vont en effet de la racine de l'iris à l'origine de la membrane de Descemet.

On voit en somme que tout ce système du ligament pectiné, dans son ensemble, mérite le nom de réticulum cilio-scléral comme étant interposé entre les procès ciliaires et la sclérotique, de même que la région qui l'occupe peut être qualifiée de *région cilio-sclérale de la chambre antérieure.*

En effet, si cette dernière en tant que réservoir à cavité libre et à parois lisses s'arrête au niveau de l'origine de la membrane de Descemet, elle se continue à travers les mailles du réseau cilio-scléral jusqu'aux attaches du muscle ciliaire avec la choroïde (à peu près là où s'arrête de ce côté la fig. ci-jointe). Chez la plupart des quadrupèdes ce point d'union est situé fort loin en arrière, leur muscle ciliaire très faible étant comme décollé des procès ciliaires et n'ayant pas comme chez l'homme toute sa surface profonde adhérente à ces derniers.

Il faut donc considérer à la chambre antérieure deux parties : l'une, chambre antérieure proprement dite, ayant la même étendue que la membrane de Descemet, l'autre prolongeant la première au milieu des mailles du réseau cilio-scléral et se trouvant comprise non plus entre la cornée et l'iris mais entre la sclérotique et le corps ciliaire. Cette dernière mérite le nom de région cilio-sclérale de la chambre antérieure, ou plus brièvement d'espace cilio-scléral que nous avons déjà proposé (Arch. d'ophthalmologie, 93).

En ce point elle est directement assimilable, par sa constitution anatomique, aux espaces cloisonnés qui séparent la dure-mère et la pie-mère cérébrale ou névroptique. Le réticulum cilio-scléral est du reste une continuation de la lamina fusca, il en diffère surtout par son organisation en fibres d'attache.

FIG. 13.

Région des procès ciliaires et de l'angle irien.
(Fœtus humain de 6 mois).



k. Sclérotique.
k'. Cornée.
r. Rétine décollée, s'amincissant brusquement au niveau de l'ora serrata *o. s.*
a. Pointe du muscle ciliaire.
h. Membrane de Descemet.

p. Le réticulum scléro-cornéen compris entre la pointe du muscle ciliaire et l'origine de la membrane de Descemet, occupant les couches internes de la sclérotique.

s. Le réticulum cilio-scléral (ligament pectiné) compris entre la surface antérieure des procès et la sclérotique.

d. Le canal de Schlemm, ayant ici très nettement son caractère de veinule

b. Une veinule intra-sclérale, gorgée de sang.

n. Épithélium pigmentaire de l'iris dont la couche superficielle est encore distincte de la profonde par sa pigmentation beaucoup moindre.

m. Couche conjonctive de l'iris.

Malgré la différence d'aspect avec l'œil précédent, la recherche des points de repère indiqués va nous permettre d'établir rigoureusement la comparaison entre les deux.

Entre la pointe du muscle ciliaire (*a*) et la membrane de Descemet on retrouve à la face interne de la sclérotique et faisant partie de cette membrane, un tissu particulier (réticulum scléro-cornéen), dans lequel les lacunes encore peu développées (état fœtal) ne sont pas reconnaissables à ce grossissement, mais que sa situation et ses transformations histologiques ultérieures (chez l'adulte) indiquent comme l'homologue du réticulum scléro-cornéen du porc.

Entre ce tissu et les procès existe un réseau cellulaire à trabécules très fines dont les plus antérieures vont s'appuyer sur la membrane de Descemet et que l'on reconnaît aisément, malgré sa plus grande délicatesse (il faut songer que nous sommes ici chez le fœtus) pour l'homologue du ligament pectiné, ou pour mieux dire du réticulum cilio-scléral des quadrupèdes.

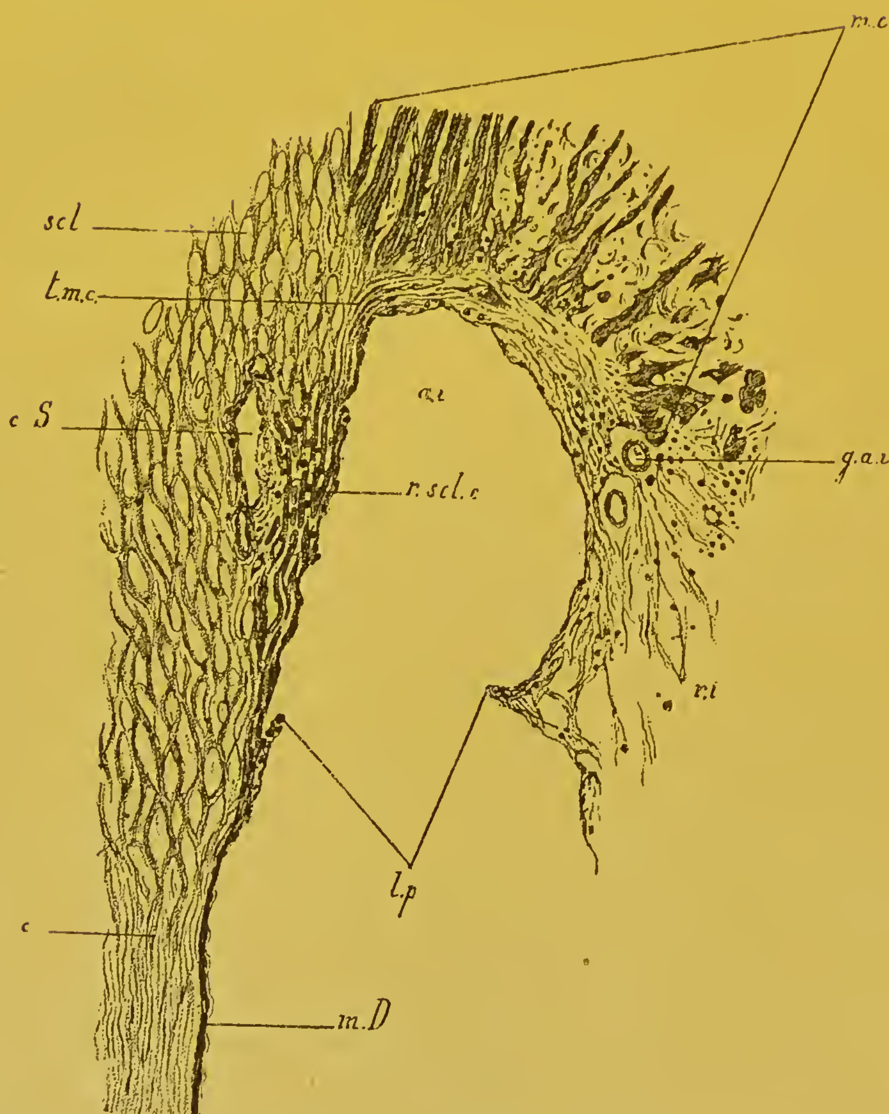
La chambre antérieure paraît ici s'arrêter au niveau de l'origine de la membrane de Descemet ; en réalité elle se continue par l'espace cilio-scléral à travers les mailles du ligament pectiné embryonnaire, jusqu'au muscle ciliaire. Seulement elle est plus nettement limitée dans cette direction que chez le porc, parce que le muscle ciliaire adhère à la choroïde jusqu'au niveau de sa pointe. Ainsi s'explique une différence entre l'homme et l'animal, que la disparition du ligament

pectiné dans les derniers temps de la vie fœtale va encore augmenter.

Cette disparition qui n'a lieu que chez l'homme et les singes supérieurs, crée en quelque sorte un type anthropoïde d'angle irien. En elle-même la résorption du ligament pectiné n'est pas un perfectionnement ; mais elle est pour nous en corrélation avec un perfectionnement : le développement du muscle ciliaire. Nous croyons que le ligament pectiné disparaît parce que la large insertion choroïdienne du muscle ciliaire des anthropoïdes crée un lien désormais suffisant entre la membrane vasculaire et la fibreuse et que dès lors le ligament pectiné devient inutile.

Fig. 14.

L'angle irien de l'homme adulte.



Grossissement de 70 diamètres environ.

(La figure est orientée en sens inverse de toutes les autres figures de la même région données ici).

scl. Sclérotique, constituée principalement, dans cette région, par des faisceaux disposés circulairement dont les sections transversales donnent des figures ovoïdes.

c. Cornée.

m. D. La membrane de Descemet doublée d'une couche unique de cellules endothéliales épaisses.

a. i. L'angle irien (l'espace cilio-scléral de la chambre antérieure).

l. p. Une trabécule du ligament pectiné, vestige tout à fait exceptionnel chez l'adulte et dont la présence, qui indique si clairement la division primitive de la chambre antérieure en deux cavités secondaires, nous a fait choisir cette préparation comme particulièrement démonstrative.

m. c. Muscle ciliaire.

g. a. r. Grand cercle artériel de l'iris (qui se trouve en réalité dans les procès ciliaires).

r. i. Racine de l'iris.

c. S. Canal de Schlemm, environné de deux veinules qui appartiennent, comme lui, au plexus de Leber (ce terme doit désigner, croyons-nous, non seulement le canal de Schlemm mais aussi un certain nombre de veinules avoisinantes dont les unes représentent des branches de bifurcation du canal, les autres des vaisseaux efférents allant rejoindre les veines épisclérales).

On voit que le canal de Schlemm se présente sous l'apparence d'une lumière vasculaire (veineuse) creusée dans la sclérotique, comme les sinus dans la dure-mère. On pourrait l'appeler, en raison de son trajet, sinus veineux circulaire de la sclérotique, *sinus scléral.* Quelquefois sa paroi endothéliale touche le réticulum scléro-cornéen (*r. scl. c.*) au point qu'on pourrait le croire en communication ouverte avec les lacunes de ce réseau. C'est ce qu'avait supposé Schwalbe cherchant à expliquer ainsi l'injection possible des veines épisclérales par la chambre antérieure. Mais ici il existe une lamelle de tissu compacte entre le canal de Schlemm et les lacunes du réseau, et d'autre part les injections de Schwalbe s'expliquent très probablement par des ruptures de la paroi interne du canal de Schlemm, là, où étant directement en rapport avec les lacunes du réticulum, elle présente très peu de résistance. Pour plus de détails nous renvoyons à notre travail sur l'angle irien des Archives d'ophthalmologie de 1893.

r. scl. c. Le réticulum scléro-cornéen, ce que tous les ouvrages d'anatomie désignent encore sous le nom de ligament pectiné parce que la notion n'est pas encore

répandue qu'il existe dans l'angle irien deux systèmes réticulés distincts : le réseau cilio-scléral, ligament pectiné, des quadrupèdes et du fœtus humain, et le réseau scléro-cornéen qui seul persiste chez l'homme adulte et les grands singes. On reconnaît la situation de ce dernier entre la pointe du muscle ciliaire et l'origine de la membrane de Descemet. Il sépare le canal de Schlemm de la région cilio-sclérale de la chambre antérieure. On le voit constitué par des trabécules superposées en nombre beaucoup plus considérable vers sa base (muscle ciliaire) que vers son sommet (membrane de Descemet) et qui se continuent d'une part avec les faisceaux de la sclérotique et le tendon du muscle ciliaire, d'autre part avec la membrane de Descemet.

Pour l'étude de la disposition et du mode d'anastomose des trabécules dans le réseau nous renvoyons à la figure suivante.

Comparativement aux figures précédentes de l'angle irien du porc et du fœtus humain, on voit que l'espace cilio-scléral n'est plus occupé par le réseau conjonctif qui le remplissait chez le quadrupède et même chez l'homme durant la vie intra-utérine. L'angle irien est devenu chez l'adulte cavité libre comme le reste de la chambre antérieure.

Nous avons choisi pour faire comprendre la morphologie de la région, un œil qui présentait, chose extrêmement rare, un vestige de ligament pectiné, permettant admirablement l'assimilation de la région à ce qu'elle est chez les quadrupèdes. Cette trabécule isolée esquisse en effet la séparation primitive de la chambre antérieure en deux régions, l'une centrale, la chambre antérieure proprement dite, cavité séreuse modifiée en vue de la transparence, l'autre périphérique, l'espace cilio-scléral, ayant conservé chez les quadrupèdes sa physionomie d'espace suprachoroïdien prolongé, c'est-à-dire le cloisonnement par des trabécules conjonctives.

Chez l'homme il perd, il est vrai, cette physionomie par suite de la disparition du ligament pectiné, mais il conserve sa caractéristique essentielle qui est d'être limité en avant par la sclérotique en un point où celle-ci renferme un système veineux particulier, le canal de Schlemm et le plexus de Leber.

Autant que des caractères anatomiques permettent des hypothèses physiologiques, cela nous engage à admettre que la plupart des phénomènes de nutrition et d'échange de la chambre antérieure doivent s'être localisés dans cet angle irien en rapport avec la couronne veineuse qui entoure la base de la cornée.

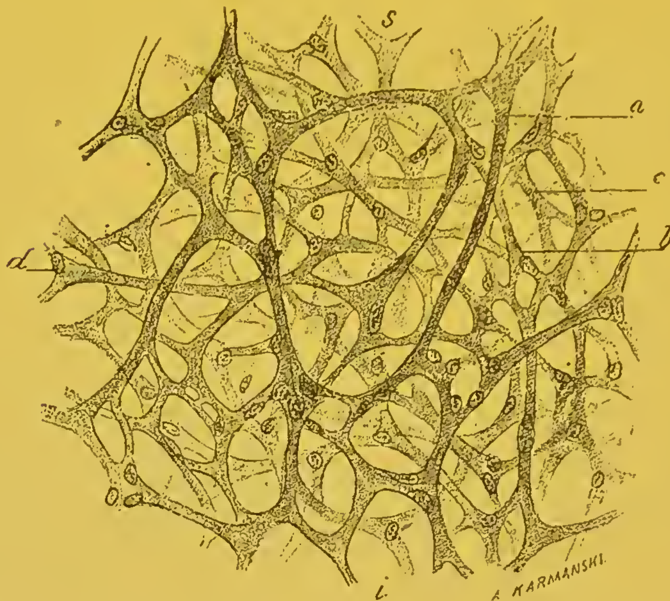
La chambre antérieure proprement dite ne possédant pas, par suite de son adaptation à la transparence, les dispositions anatomiques nécessaires aux échanges nutritifs (non vascularité de sa paroi antérieure), il paraît nécessaire que ces phénomènes se soient localisés en une région de la chambre antérieure ayant conservé la vascularité de ses parois, c'est-à-dire l'angle irien, l'espace cilio-scléral.

Par le développement qu'il prend chez l'homme, le muscle ciliaire ne se termine pas en avant en pointe effilée comme chez les quadrupèdes, mais présente du côté de la chambre antérieure la base relativement large du triangle allongé que figure sa coupe. Cette base constitue, on le voit, le sommet de l'angle irien, angle qui est en réalité une arcade, et qui d'autre part n'est nullement irien puisqu'il n'est pas formé par la rencontre de l'iris avec la cornée. Arcade cilio-sclérale limitant la chambre antérieure vaudrait mieux que angle irien.

Cette arcade cilio-sclérale présente une certaine résistance, sans doute à cause de l'épaisseur de sa base musculaire. Quand la chambre antérieure s'aplatit par écoulement de l'humeur aqueuse et que l'iris vient s'accoler exactement à la cornée, la rainure cilio-sclérale reste cependant ouverte, sa paroi postérieure, la racine irienne, ne pouvant venir s'appliquer à l'antérieure à cause de la rigidité relative du sommet de l'arcade. Il reste donc un espace périphérique, un canal circulaire (qui n'est autre que l'espace cilio-scléral) pour la circulation et l'écoulement de l'humeur aqueuse, à la limite de la chambre antérieure, même quand celle-ci est vidée accidentellement. Cette disposition est encore un des caractères d'adaptation de l'espace cilio-scléral aux échanges nutritifs de la chambre antérieure.

FIG. 15.

Un fragment du réticulum scléro-cornéen de l'homme comprenant les plans de trabécules tournés vers la chambre antérieure, isolés par arrachement et examinés à plat.



a. Une trabécule du 1[er] plan, celui tourné vers l'humeur aqueuse.
b. Une trabécule du 2[e] plan.
c. Une trabécule du 3[e] plan.
d. Noyaux de l'une des cellules endothéliales qui forment des gaines complètes aux travées du réseau.

La figure ne représente que les 3 ou 4 plans les plus superficiels, il y en a un bien plus grand nombre, surtout vers la base de la zone réticulée. On voit que ce réticulum scléro-cornéen représente une véritable dentelle à mailles arrondies dont les plans superposés sont reliés par des

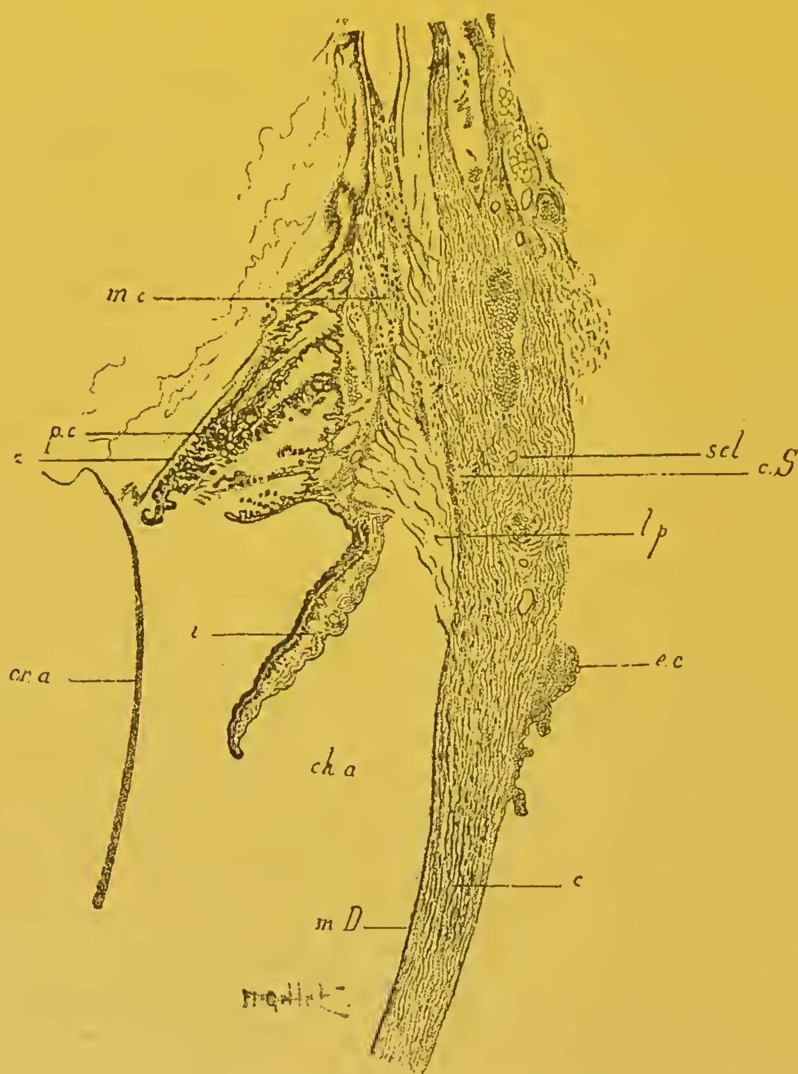
anastomoses plongeantes. Dans la profondeur, c'est-à-dire vers le canal de Schlemm, les mailles du réseau deviennent de plus en plus étroites, et au lieu de rester arrondies elles s'allongent circulairement.

La paroi interne du tissu veineux est donc protégée par une série de grillages successifs de plus en plus serrés, disposition qui a le double effet de renforcer sa paroi tout en lui laissant la minceur nécessaire à l'absorption de l'humeur aqueuse et surtout de ne laisser arriver à cette paroi qu'une humeur aqueuse en quelque sorte filtrée. Les éléments figurés que peut contenir l'humeur aqueuse (déchets cellulaires, cellules migratrices) restent engagés entre les mailles du réticulum et peuvent du reste, dans certains cas, l'obstruer, comme les feuilles mortes obstruent la grille d'écoulement d'une pièce d'eau. Les conséquences sont les mêmes des deux côtés : une accumulation de liquide en arrière de l'obstacle ; pour l'œil c'est la rétention des liquides intraoculaires, c'est-à-dire le glaucome.

FIG. 16.

Région des procès ciliaires et de l'angle irien du chat.

(Il faut bien remarquer que, dans cette figure, le cristallin, représenté seulement par la cristalloïde, *n'est pas à sa place*. Il devrait être au contact de l'iris, c'est-à-dire beaucoup plus en avant).



scl. Sclérotique, renfermant de très grosses veines dans son segment péricornéen.

c. S. Canal de Schlemm, qui, chez les quadrupèdes, n'est séparé de l'espace cilio-scléral que par une fine couche de tissu réticulé. A ce faible grossissement les détails de ce tissu ne sont pas visibles.
l. p. Fibres du ligament pectiné.
e. c. Épithélium cornéen et conjonctival. Il fait ici accidentellement défaut sur la cornée.
c. Limbe cornéen pigmenté.
ch. a. Chambre antérieure.
m. D. Membrane de Descemet, recevant à sa périphérie l'insertion des trabécules les plus centrales du ligament pectiné.
i. Iris.
p. c. Procès ciliaires, beaucoup plus développés et compliqués que chez l'homme.
z. Zonule. Les fibres ondulées en arrière de la zonule représentent le vitré coagulé par les réactifs.
m. c. Muscle ciliaire, dissocié en lames et présentant cette particularité curieuse de ne s'attacher à la sclérotique que par l'intermédiaire des fibres du ligament pectiné. Par sa continuité avec la racine de l'iris il a probablement une action dilatatrice sur ce diaphragme.

Nous donnons encore cet autre type de région cilio-sclérale, différant par quelques caractères secondaires de celle du porc, pour bien montrer que dans la série des mammifères, l'homme est une exception. Nous avons déjà signalé que les singes supérieurs rentrent encore ici dans la même catégorie anatomique que l'homme, que les caractères spéciaux de leur muscle ciliaire modifié en vue d'une accommodation très puissante, corrélative du développement de la main, sont chez les mammifères, de vrais caractères d'anthropomorphisme.

Dans l'œil du chat le muscle ciliaire, très faible, ne s'insère pas directement à la sclérotique mais seulement par l'intermédiaire de trabécules isolées méritant admirablement le nom de cilio-sclérales et représentant le ligament pectiné. Il en résulte que l'espace cilio-scléral est la continuation directe de l'espace suprachoroïdien et que les cordelettes du ligament pectiné font suite sans interruption aux lamelles de la lamina fusca dont elles représentent une portion modifiée en vue de la résistance (rôle ligamenteux).

L'insertion du muscle ciliaire étant largement dissociée on

ne peut déterminer de région qui soit située entre sa pointe et la membrane de Descemet. De plus, le réticulum cilio-scléral ne forme qu'une couche très mince, bien reconnaissable à ses caractères topographiques et histologiques spéciaux, mais seulement à un fort grossissement.

Ce sont là les deux particularités anatomiques qui changent la physionomie de la région si on la compare à ce qu'elle est chez le porc.

Le chat représente le type cilio-scléral des carnassiers, à en juger du moins par la disposition assez analogue observée chez le chien. Le porc, au contraire, offre un type de la même région à peu près semblable à ce que l'on voit chez les rongeurs et les ruminants.

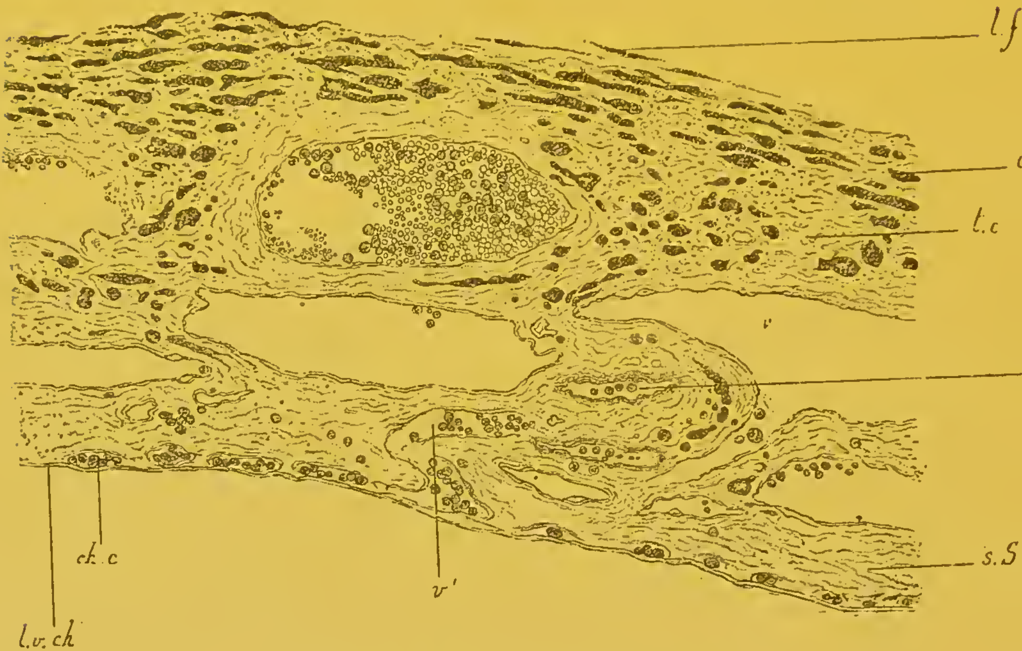
Mais en somme dans ces deux types on retrouve les mêmes parties homologues ayant entr'elles les mêmes rapports.

Fig. 17.

Choroïde humaine.

Coupe verticale, perpendiculaire à la direction générale (antéro-postérieure) des vaisseaux, et provenant du segment postérieur de l'œil. (Fort grossissement).

(Cette choroïde, empruntée à un œil atteint d'une inflammation chronique du segment antérieur, présente un léger œdème développant son tissu et facilitant l'étude de sa structure. Le contenu des vaisseaux est de plus beaucoup plus riche en leucocytes qu'à l'état normal.)



l. v. ch. Lame vitrée de la choroïde (l. de Bruch).
ch. c. Couche chorio-capillaire (m. de Ruysch).
s. S. Stratum intervasculaire de Sattler.
v'. Veinule allant de la chorio-capillaire aux grosses veines choroïdiennes.
v. Veine choroïdienne.
a. Artériole.
t. c. Tissu conjonctif très délicat de la choroïde.
c. p. Cellule pigmentaire.
l. f. Une cellule pigmentaire aplatie appartenant à la lamina fusca.

On voit que la choroïde est une membrane rendue presque caverneuse par le nombre et le volume relatif des vaisseaux (principalement veineux) qu'elle contient.

Du côté de la sclérotique, la choroïde ne présente pas de limitation absolument nette, elle est reliée à la fibreuse par une couche de tissu conjonctif lâche, la *lamina fusca*, comparable au tissu cellulaire sous-cutané au moyen duquel la peau glisse sur les parties profondes. C'est qu'en réalité, la choroïde n'est autre chose qu'un feuillet interne de la sclérotique vascularisé, mobilisé et devenu pigmentaire. Cela est facile à démontrer sur les yeux de fœtus suffisamment jeunes.

La surface interne de la choroïde est limitée d'une façon précise par une fine cuticule, la lame vitrée choroïdienne (lame de Bruch, membrane limitante) sur la surface libre de laquelle repose immédiatement l'épithélium pigmentaire de la rétine.

A part cette couche évidemment différente du reste de la membrane, la choroïde est homogène. La division classique en diverses couches de vaisseaux, est assez artificielle et donne des notions fausses ; il n'y a de couche vasculaire individualisée que la chorio-capillaire, qui doit du reste en partie ce caractère à ce que, reposant sur la lame vitrée, elle a nécessairement de ce côté une limitation parfaitement nette.

La chorio-capillaire, séparée seulement des couches rétiniennes externes, qu'elle nourrit, probablement, par la lame vitrée, est constituée par un réseau capillaire serré, disposé en couche unique.

On en voit partir des veinules *v'*, qui, par leur fusion, constituent les moyennes et les grosses veines de la choroïde situées dans des parties de plus en plus superficielles de la membrane.

On voit que les parois des plus grosses veines choroïdiennes sont d une minceur extrême. On reconnaît à une épaisseur de tuniques plus considérable deux artérioles situées vers les parties profondes de la membrane et qui représentent déjà des branches de division des ciliaires postérieures se ramifiant pour aller fournir la chorio-capillaire.

Au point de vue de sa trame conjonctive, rendue ici bien

visible par l'œdème, il faut faire remarquer tout d'abord que la choroïde, membrane brune comme l'on sait, n'est pigmentée que dans ses couches externes, ainsi que la figure le démontre parfaitement. On remarquera la forme *simple* des cellules pigmentaires choroïdiennes ; elles forment des plaques à prolongements relativement courts et non des araignées comme dans l'iris.

Le tissu conjonctif (fibrilles conjonctives et élastiques), très fin, peu résistant, sépare et soutient les vaisseaux, et constitue immédiatement en dehors de la chorio-capillaire une couche relativement distincte, le *stratum intervasculaire* que Sattler a démontré être l'homologue très aminci du tapis fibreux des ruminants. Chez ces animaux il constitue une véritable aponévrose, donnant au fond de l'œil le brillant aponévrotique et qui sépare la chorio-capillaire du reste de la choroïde. De longues veinules à trajet oblique établissent la continuité entre les deux parties de la membrane à travers les feuillets superposés du tapis fibreux.

Fig. 18.

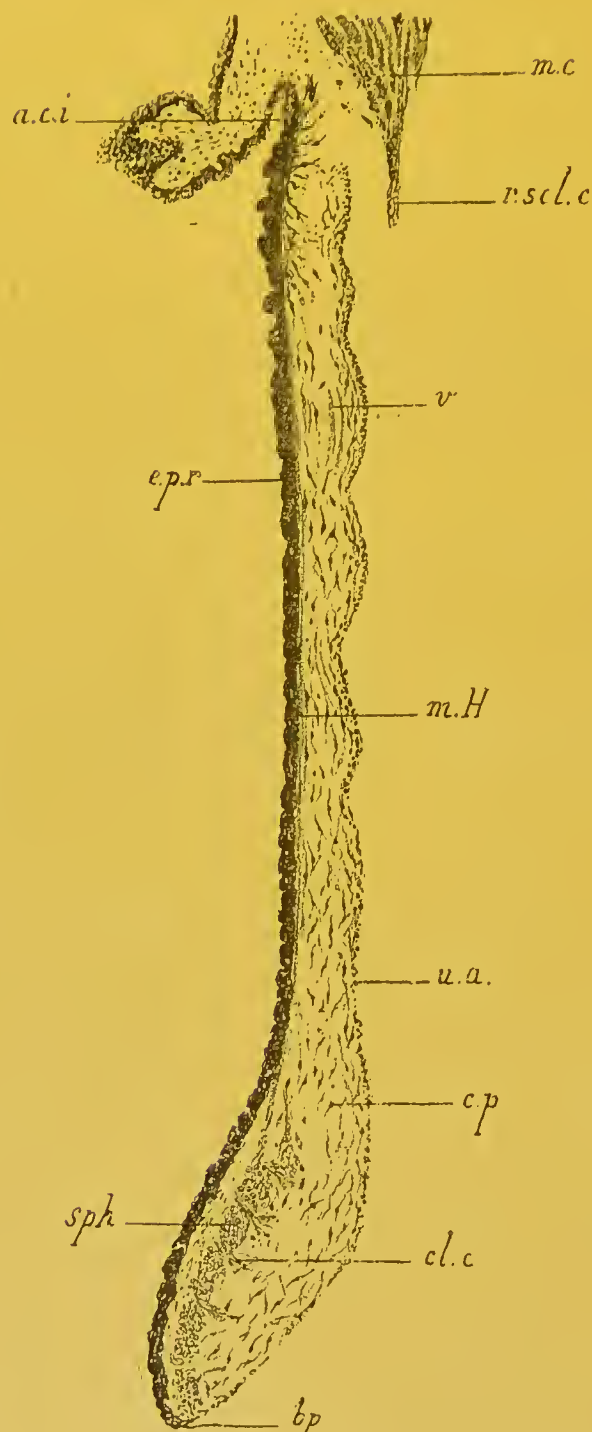


Fig. 18.

Coupe de l'iris, à l'état d'extension presque complète (pupille petite) et suivant l'un de ses rayons (Homme jeune adulte).

a. c. i. Angle cilio-irien, au niveau duquel les deux couches cellulaires rétiniennes s'infiltrent de pigment au point de cesser d'être distinctes l'une de l'autre. L'extrême minceur de l'iris à ce niveau est chose normale, aussi est-ce là que se font toujours les arrachements de l'iris (traumatiques ou chirurgicaux.

m. c. La pointe du muscle ciliaire.

r. scl. c. L'origine du réticulum scléro-cornéen.

ep. r. L'épithélium rétinien de l'iris (uvée irienne, pars iridica retinæ). Les petites verrues qu'il présente vers la racine de l'iris sont la coupe des plis transversaux qui se forment surtout en ce point pendant la dilatation de la pupille.

b. p. Bord pupillaire, au niveau duquel s'établit la continuité des deux feuillets de la pars iridica retinæ (v. les coupes d'yeux embryonnaires mêmes lettres).

v. Un vaisseau. La disposition radiée des vaisseaux de l'iris fait que malgré la richesse vasculaire assez grande de cette membrane, une coupe radiée peut fort bien, comme c'est ici le cas, suivre un espace intervasculaire et ne présenter que très peu de vaisseaux, tandis que les coupes transversales en renferment toujours un grand nombre.

c. p. Une des cellules pigmentaires en araignée de la trame irienne.

u. a. Uvée antérieure, couche pigmentaire antérieure de l'iris, formée par une agglomération de cellules en araignée, plus étroitement intriquées et plus richement pigmentées que dans l'intérieur de la membrane. Cette uvée antérieure très pigmentée sur les iris bruns est presque incolore sur les iris bleus.

sph. Le sphincter pupillaire, constitué par une série de faisceaux de fibres musculaires lisses, coupées ici transversalement et séparées par de petites cloisons conjonctives (*cl. c*).

m. H. Membrane de Henle, immédiatement appliquée sur l'épithélium rétinien et présentant une vague striation longitudinale.

Nous avons indiqué déjà la continuité de l'iris avec la couche choroïdienne du corps ciliaire et que son véritable nom anatomique serait *chorio-rétine irienne.* Nous retrouvons à son niveau les parties constituantes de la chorio-rétine, c'est-à-dire une double couche épithéliale pigmentée, *pars iridica retinæ*, tapissant la face profonde d'une membrane vasculaire et pigmentaire qui représente, elle, un prolongement de la choroïde.

A côté de ces analogies fondamentales ayant leur cause dans une communauté d'origines, l'iris présente des particularités en rapport avec l'adaptation spéciale de cette région de la chorio-rétine à ses fonctions de diaphragme.

Ces caractères d'adaptation sont tout d'abord la pigmentation ad maximum de la pars iridica retinæ, donnant à l'iris une opacité presque complète et bien supérieure à celle de la choroïde, lui permettant ainsi de jouer le rôle d'un diaphragme. En second lieu le développement d'un appareil musculaire apte à modifier la grandeur de la pupille et à régler ainsi la quantité de lumière nécessaire à la vision.

A. *Pigmentation.* — Alors qu'au niveau des procès la couche superficielle de l'épithélium restait incolore et que la couche profonde même perdait une partie de son pigment au niveau des crêtes ciliaires (modifications probablement en rapport avec une activité cellulaire spéciale, la sécrétion de l'humeur aqueuse), ces deux couches, à partir de la racine de l'iris, s'imbibent d'une telle quantité de grains de pigment qu'il est absolument impossible de les distinguer l'une de l'autre chez l'adulte. Il faut examiner des coupes d'iris de fœtus ou de nouveau-né pour reconnaître, grâce à une pigmentation encore incomplète, les deux lames cellulaires de la rétine irienne. C'est de même à cause de cette pigmentation excessive de l'adulte, que l'on ne peut reconnaître (chose facile chez l'embryon) au niveau du bord pupillaire, le pli de continuité entre ces deux lames.

B. *Musculature irienne.* — Elle se compose d'un sphincter circulaire autour de la pupille et probablement aussi d'un

dilatateur radié que les histologistes n'ont jamais pu démontrer d'une façon absolument satisfaisante.

On voit que le sphincter occupe une largeur considérable tout autour de la pupille, qu'il arrive exactement jusqu'au bord de l'orifice, qu'il est situé dans les couches profondes de la membrane irienne ; c'est donc un muscle choroïdien profond, le muscle ciliaire étant au contraire superficiel. Le sphincter pupillaire est constitué par un certain nombre de faisceaux de fibres lisses séparés par de petites cloisons connectives renfermant les vaisseaux interstitiels du muscle.

La physiologie nous porte à chercher dans l'iris un muscle dilatateur. Nous ne pouvons évidemment passer en revue les arguments nombreux et divers qui plaident en faveur d'un pareil muscle. Rappelons seulement ce fait fondamental et qu'il ne faut jamais perdre de vue : les grandes dilatations pupillaires, celle de l'atropine par exemple, sont un phénomène *actif*. La preuve en est qu'une paralysie complète du sphincter (par section de la 3e paire chez les animaux) ne donne qu'une légère dilatation pupillaire pouvant être beaucoup augmentée par l'excitation du sympathique cervical ou l'instillation d'atropine. Comment expliquer ces faits sans faire intervenir une activité dilatatrice spéciale, c'est-à-dire une action musculaire ? Car l'influence de la vacuité ou de la réplétion des vaisseaux sur les mouvements de la pupille n'est certainement que secondaire et accessoire. Ce muscle dilatateur que révèle la physiologie, on ne peut le chercher que dans la membrane de Henle, fine membrane qui repose directement sur la couche uvéale et la sépare de la lame cellulo-conjonctive de l'iris. Les coupes longitudinales, comme celle représentée ici, renseignent peu sur sa nature, sinon en ce qu'elles montrent des fibres parties du sphincter et prenant une direction radiée semblant les conduire dans la membrane de Henle. Quand on parvient, par des coupes tangentielles, à isoler cette dernière à plat, ou à la dissocier, elle apparaît formée d'éléments cellulaires fins et allongés, assez analogues à des fibres musculaires lisses, mais non *identiques*. C'est justement sur cette difficulté d'assimilation que se basent la plupart des objections au dilatateur.

Indépendamment de la question de morphologie de ces éléments, la recherche des terminaisons nerveuses dans la membrane de Henle sera un des arguments à rechercher pour ou contre sa nature musculaire.

C. *Trame conjonctive de l'iris.* — Elle ne diffère par rien d'essentiel de celle de la choroïde. On y retrouve des fibres conjonctives et élastiques extrêmement fines et non représentées à ce grossissement, et surtout un réseau de cellules conjonctives en forme d'araignées et plus ou moins pigmentées suivant la couleur de l'iris. Ces cellules s'enchevêtrent d'une façon particulièrement serrée pour former la couche superficielle de l'iris ; elles sont en ce même point plus pigmentées que dans la profondeur de la membrane. Elles forment là par leur agglomération une sorte d'uvée antérieure.

L'endothélium qui tapisse la surface antérieure de l'iris n'est apparent que dans l'examen à plat d'iris albinos nitratés. Les figures qui représentent l'endothélium de Descemet se recourbant en ligne continue sur l'angle irien pour se continuer avec la même épaisseur sur la surface antérieure de l'iris, sont purement schématiques. Elles semblent dater du temps où l'on admettait, tapissant la chambre antérieure, une membrane séreuse, source de l'humeur aqueuse.

FIG. 19.

Rétine humaine dans ses rapports normaux avec le vitré et la choroïde.

Coupe perpendiculaire à la direction des fibres nerveuses rayonnant de la papille, prise à quelques millimètres de cette dernière, du côté opposé à la macula (Müller osmié. Picro-carmin).

v. Vitré.

h. Hyaloïde.

l. i. Limitante interne de la rétine sur laquelle s'appuient les pieds élargis des fibres de Müller (*f. M.*) qui, en réalité, constituent cette limitante par la juxtaposition de leurs cuticules basales.

f. M. La base élargie et d'aspect fibrillaire d'une fibre de Müller. On voit ces fibres de Müller se continuer à travers le plexus cérébral, au-delà elles ne sont pas distinctes dans cette préparation. En réalité elles se continuent

après avoir présenté un noyau allongé dans la zone *c. b.*, jusqu'à la limitante externe (*l. e.*) qu'elles constituent comme l'interne.

f. n. Un faisceau de fibres optiques vu en coupe transversale et compris entre deux fibres de Müller consécutives.

c. g. Une grosse cellule ganglionnaire. Ses prolongements périphériques se ramifiant dans le plexus cérébral, son prolongement centripète unique constituant une fibre optique, ne sont pas visibles ici. En cette région de la rétine les cellules ganglionnaires forment une couche discontinue, tandis que du côté maculaire elles se touchent et s'entassent sur plusieurs couches.

v. Une grosse veine rétinienne. On voit qu'elle est située au contact de la limitante interne, au milieu des faisceaux nerveux qu'elle écarte.

p. c. Le plexus cérébral (couche granuleuse ou plexiforme interne). C'est la région dans laquelle se mettent en rapport de contact les expansions arborescentes qui descendent des cellules bipolaires et unipolaires (*c.b.*) avec celles qui montent des cellules ganglionnaires.

c. b. Couches des cellules unipolaires et bipolaires de Ranvier (couches des grains internes comprenant les spongioblastes); elle renferme également les noyaux des fibres de Müller. C'est la dernière couche vasculaire de la rétine (*v'*).

p. b. Le plexus basal (couche granuleuse ou plexiforme externe) formé par les arborisations des cellules visuelles venant se mettre en contact avec celles des cellules bipolaires et unipolaires.

f. H. Couche fibreuse de Henle, constituée chez l'homme et les singes, par la juxtaposition des fibres émanées des noyaux des cellules visuelles (*n' v'*) et allant prendre contact dans le plexus basal avec les arborisations terminales des cellules bipolaires et des cellules basales, cellules horizontales (Cajal).

n. v. Noyaux des cellules visuelles (couche des grains externes). Chacun de ces noyaux est uni par un fil protoplasmique à un cône ou un bâtonnet et constitue avec lui une cellule très étirée et différenciée en plusieurs segments.

l. e. Limitante externe.

b Couche des cônes et des bâtonnets.

e. p. r. Epithélium pigmentaire rétinien formé d'une couche unique de cellules cubiques juxtaposées.

ch. La choroïde (les espaces lacunaires sont des coupes de vaisseaux, quelques-uns contenant des globules sanguins).

Les procédés de Golgi ayant fourni au sujet de la rétine, comme de tous les autres centres nerveux, des données géné-

rales de la plus grande importance, ayant établi que la transmission nerveuse se fait non par *continuité* (théorie ancienne des anastomoses entre cellules nerveuses), mais bien par *contiguïté* (les prolongements des cellules nerveuses se rejoignent, se touchent, sans s'anastomoser), il en résulte que tous les anciens schémas plus ou moins dérivés de ceux de Müller ou de Schultze, sont destinés à disparaître.

Tout au moins faut-il n'en plus tenir compte au sujet de la question spéciale qu'ils étaient destinés à faire comprendre : la transmission du courant nerveux par le moyen d'anastomoses supposées entre les diverses couches de la rétine.

Mais si la méthode de Golgi donne des résultats incomparables au sujet des prolongements cellulaires et de leurs terminaisons, c'est surtout parce qu'elle ne fait pas voir autre chose. Elle dessine en noir quelques cellules et leurs arborisations, laisse au reste du tissu une couleur jaunâtre dans laquelle rien n'est distinct. Elle ne peut donc remplacer pour l'étude d'ensemble des masses nerveuses les anciennes méthodes de coloration. Aussi les figures dessinées d'après des préparations obtenues par ces dernières méthodes, mais à la condition d'avoir été faites exactement à la chambre claire, comme par exemple celles du Traité technique de Ranvier, gardent toute leur valeur à la condition qu'on ne leur demande que ce qu'elles peuvent donner.

Aussi pourrons-nous déduire de la rétine figurée ici, une série importante de notions générales. N'ayant encore rien à dire de personnel au sujet des rétines étudiées par la méthode de Golgi, nous préférons renvoyer pour cette question aux travaux de Ramon y Cajal.

La rétine (les deux feuillets nerveux et pigmentaire) membrane nerveuse équivalente à la paroi cérébrale dont elle provient, se trouve comprise entre deux masses conjonctives ayant subi des adaptations très différentes : le vitré devenu muqueux, la choroïde essentiellement vasculaire.

Les rapports sont les mêmes pour la paroi cérébrale : en dehors elle est en contact avec la pie-mère homologue de la choroïde, en dedans avec le tissu vasculaire intra-cérébral, les plexus choroïdes. Ces derniers sont les homologues du vitré ;

comme lui ils représentent un prolongement de l'enveloppe conjonctive des centres nerveux qui s'est invaginé dans la profondeur de ceux-ci après refoulement d'une région de la paroi cérébrale, se déprimant en une fente analogue à la fente rétinienne. Seulement, dans le cerveau la partie invaginée de la paroi cérébrale est réduite à une simple couche cellulaire (épithélium épendymaire recouvrant les plexus choroïdes) et c'est la partie non invaginée restée en rapport avec la pie-mère proprement dite, qui a acquis l'épaisseur et la complexité que l'on sait. Au contraire, pour la rétine, le feuillet invaginé est devenu la rétine proprement dite et l'autre feuillet resté au contact de la choroïde (pie-mère) s'est réduit à l'épithélium pigmenté.

De plus la fente cérébrale (fente de Bichat) équivalent à la fente rétinienne, ne s'est pas fermée, les plexus choroïdes sont restés essentiellement vasculaires, tandis qu'à la suite de son enkystement total, le vitré privé de ses vaisseaux a subi la transformation muqueuse et perdu tout rôle nutritif.

Malgré son origine purement cérébrale et son développement aux dépens d'une couche cellulaire primitivement homogène, la rétine doit être considérée comme pourvue d'un épithélium sensoriel analogue à celui des autres organes des sens supérieurs développés aux dépens de l'ectoderme. Les cônes et bâtonnets et leurs noyaux sont en effet essentiellement comparables aux cellules sensorielles (bipolaires) de la muqueuse olfactive, aux longues cellules dites gustatives des bourgeons du goût, aux cellules ciliées de l'organe de Corti. Mais ces divers éléments terminaux des organes de l'odorat, du goût et de l'ouïe proviennent directement de l'ectoderme avec lequel ils gardent du reste leur continuité originelle, sauf dans l'oreille (isolement total de la vésicule auditive d'où provient l'organe de Corti) et représentent des ilots de la surface ectodermique différenciés en vue de fonctions spéciales. Le reste de l'appareil sensoriel, la partie cérébrale, est restée intracrânienne et s'est mise en relation avec l'épithélium par l'intermédiaire de filets nerveux équivalant aux nerfs périphériques. La rétine, au contraire, c'est la paroi cérébrale elle-même directement mise en rapport avec le monde extérieur par l'intermédiaire des

milieux transparents. Les éléments terminaux qui établissent le contact entre la lumière et le système nerveux, c'est-à-dire les cônes et les bâtonnets (l'épithélium sensoriel), elle les développe à ses dépens et ne les emprunte pas comme les autres organes des sens, à la surface ectodermique. Son origine est une, purement cérébrale, tandis que les autres organes des sens représentent la collaboration d'une portion du système nerveux central et d'un ilot différencié de l'ectoderme. C'est ainsi que la rétine équivaut à elle seule à la muqueuse et au bulbe olfactif, d'où sa division en névro-épithélium (cônes et bâtonnets et leurs noyaux) et en partie cérébrale (tout ce qui est compris entre le plexus basal et la limitante interne).

Après avoir signalé les différences embryologiques, il est donc très utile de faire ressortir les analogies entre la rétine et les autres organes des sens, la muqueuse olfactive notamment (Ranvier), parce que cela permet de reconnaître l'unité du plan sur lequel sont construits les divers appareils sensoriels et révèle probablement un mode de fonctionnement foncièrement analogue de ces divers appareils.

La partie cérébrale de la rétine est seule pourvue de vaisseaux, le névro-épithélium, comme tous les épithéliums, est constamment invasculaire ; le petit vaisseau V' marque la limite de la zone de vascularisation de la rétine.

Chez les vertébrés inférieurs (poissons, amphibiens) la rétine est complètement privée de vaisseaux et se nourrit aux dépens des deux lames vasculaires entre lesquelles elle est comprise : choroïde en dehors et hyaloïde en dedans, cette dernière pourvue de vaisseaux dans les deux classes précitées.

Chez les oiseaux, la rétine, également invasculaire, n'est plus en rapport avec des vaisseaux que par sa face externe, car le réseau hyaloïdien fait défaut. Il devient plus difficile de comprendre comment elle se nourrit, à moins que l'on ne veuille invoquer la présence dans le vitré du *peigne*, organe essentiellement vasculaire, mais qui n'arrive pas au contact de la rétine. Le problème devient plus difficile encore chez le cheval, qui, pour une rétine très-étendue, n'a de vaisseaux que dans la zone péripapillaire, de sorte que les 8/10 peut-être de la surface rétinienne en sont dépourvus.

La rétine humaine passe dans les premières périodes de son développement embryonnaire par l'état invasculaire des rétines des vertébrés inférieurs. Tout d'abord comprise entre les vaisseaux de la future choroïde et les vaisseaux hyaloïdiens externes, nourrie par eux tant qu'elle n'en renferme pas elle-même, elle est plus tard pénétrée à partir de la papille par des rameaux émanés de l'artère centrale du nerf optique, tandis que se résorbent les vaisseaux hyaloïdiens externes. Chez la très-grande majorité des mammifères, les vaisseaux ainsi développés à partir de la papille, rayonnent et s'étendent jusqu'à l'ora serrata où ils se terminent en anses fermées, sans pouvoir jamais s'anastomoser (impossibilité à des vaisseaux de traverser une membrane épithéliale, terrain impropre à leur développement) avec ceux de la choroïde. Chez le cheval, et à un moindre degré chez le lièvre et le lapin, ce développement vasculaire s'est en quelque sorte arrêté en chemin et les régions périphériques de la rétine restent privés de vaisseaux.

Le système vasculaire de la rétine présente deux grandes caractéristiques. D'une part, il constitue un système fermé dont tout le sang est fourni par une artériole unique et revient par une seule veinule, sauf le cas, peu différent du reste, où une petite artère rétinienne accessoire provient du cercle de Haller.

D'autre part ce réseau vasculaire nourrit seulement les couches cérébrales de la rétine, le névro-épithélium paraissant être nourri par les vaisseaux choroïdiens.

De la première condition il résulte que l'embolie de l'artère centrale interrompt toute circulation rétinienne, abolit toute vision : que le retour des fonctions par établissement d'une circulation collatérale ne peut avoir lieu (les petites anastomoses capillaires du cercle de Haller avec les vaisseaux centraux ne paraissent guère capables de nourrir autre chose que la papille). De plus ce système artériel rétinien, sorte du cul-de-sac vasculaire, paraît d'une sensibilité particulière aux causes pathogènes et leur résiste infiniment moins que le réseau largement ouvert et à anastomoses multiples des vaisseaux choroïdiens. D'où la fréquence des légions réti-

niennes d'origine vasculaire (rétinites albuminurique, diabétique, hémorrhagies de l'artério-sclérose, embolies septiques, etc.) par rapport à la rareté des choroïdites de même nature.

Enfin le système vasculaire rétinien présente une défectuosité relative d'une autre nature sur laquelle on a, peut-être, moins insisté que sur la précédente. Elle consiste en ce que les vaisseaux centraux traversent un anneau fibreux inextensible, l'anneau scléral, dans lequel ils peuvent facilement subir des compressions. Quand sous l'influence d'une inflammation quelconque le tissu papillaire vient à se gonfler, ne pouvant refouler l'anneau scléral, il comprime nécessairement les vaisseaux centraux, d'où la petitesse des artères (gêne de la circulation afférente) et la dilatation des veines (gêne de la circulation en retour), que l'on observe dans toute les papillites. Il y a dans la présence de l'anneau scléral une condition mécanique qui modifie d'une façon spéciale l'aspect et l'état des vaisseaux dans les inflammations papillaires et qui même peut, à la longue, y déterminer des altérations dans des affections où le système vasculaire n'est pas primitivement intéressé. Il est en effet très-probable, comme le veut le Pr Thoma, que des vaisseaux mal irrigués par suite d'une compression, subissent des troubles trophiques aboutissant à un rétrécissement définitif par sclérose des parois. Nous croyons donc que dans l'interprétation des lésions vasculaires de la rétine il faut tenir grand compte de ces questions de compression dans le canal scléral : Ce qu'on désigne par périvasculite à l'ophtalmoscope n'est pas nécessairement la conséquence d'une inflammation des parois des vaisseaux, mais peut également provenir d'un étranglement prolongé de ceux-ci dans leur passage à travers la sclérotique. Au point de vue de la nature inflammatoire ou non des lésions papillaires avec retentissement sur les vaisseaux, il y a là un point important à considérer.

Le second caractère essentiel du réseau vasculaire rétinien est de n'occuper que les couches cérébrales de la membrane. Le plexus basal, la couche fibreuse de Henle, les noyaux et les extrémités des cellules sensorielles restent toujours dépourvus de vaisseaux et paraissent nourris par la choroïde

plutôt que par les vaisseaux de la rétine. Ce qui le prouve c'est que l'oblitération par sclérose ou l'embolie des artères rétiniennes ne déterminent jamais qu'une atrophie des couches cérébrales de la membrane, la partie névro-épithéliale conservant tout à fait son aspect normal. C'est ce qu'ont montré les quelques examens que l'on a pu faire de la rétine dans les cas d'embolie, c'est ce que montrent beaucoup plus fréquemment les rétines des glaucomes absolus où l'on trouve constamment une sclérose vasculaire allant jusqu'à l'oblitération et une atrophie des couches internes de la rétine, les couches externes gardant au contraire d'une façon surprenante l'apparence normale même dans des cas anciens. En présence de ces faits bien connus, il est difficile de ne pas attribuer aux vaisseaux choroïdiens la nutrition des couches invasculaires de la rétine.

Une lésion de même ordre mais de localisation différente semble bien le confirmer : les plaques d'atrophie choroïdienne déterminent toujours à leur niveau une atrophie de l'épithélium sensoriel de la rétine, les couches profondes de cette membrane restant au contraire intactes. En termes cliniques les choroïdites se compliquent toujours de rétinite mais simplement de rétinite *épithéliale*. Donc, dans l'ensemble formé par la choroïde et la rétine il faut admettre, suivant l'épaisseur, deux territoires nutritifs ; non pas la choroïde d'une part et la rétine de l'autre, mais bien d'un côté les *couches cérébrales* (vasculo-nerveuses) de la rétine nourries par le système de l'artère centrale, et de l'autre la *choroïde et l'épithélium sensoriel de la rétine* qu'elle tient sous sa dépendance nutritive. D'où la division des affections des membranes profondes de l'œil en *rétinites proprement dites* (rétinites neuro-vasculaires) et choroïdites se compliquant d'altération secondaires de l'épithélium sensoriel rétinien, méritant ainsi le nom de *chorio-rétinites.*

Sans doute il y a des affections mixtes, la chorio-rétinite spécifique, par exemple, où les deux membranes peuvent être atteintes dans toute leur épaisseur ; sans doute aussi dans certains cas graves de rétinite albuminurique la choroïde devient malade à son tour. Mais il n'en existe pas moins dans la

plupart des cas une systématisation prononcée des lésions dans l'un ou l'autre des territoires nutritifs indiqués. Ce qui le montre bien c'est que l'on voit fréquemment à l'ophtalmoscope des choroïdes s'atrophier dans une grande étendue sans que les couches rétiniennes vasculo-nerveuses présentent jamais le moindre signe de maladie, conservant toujours leurs vaisseaux intacts et leur tissu parfaitement transparent. D'autre part des rétines profondément altérées, troubles, criblées d'hémorrhagies, dans la rétinite albuminurique par exemple, peuvent à la longue reprendre leur transparence et laisser voir alors une choroïde de coloration normale, et, autant que l'on peut en juger à l'ophtalmoscope, non altérée. L'anatomie pathologique faite au microscope fournit du reste la démonstration plus précise et plus certaine de ces deux localisations différentes.

Fig. 20.

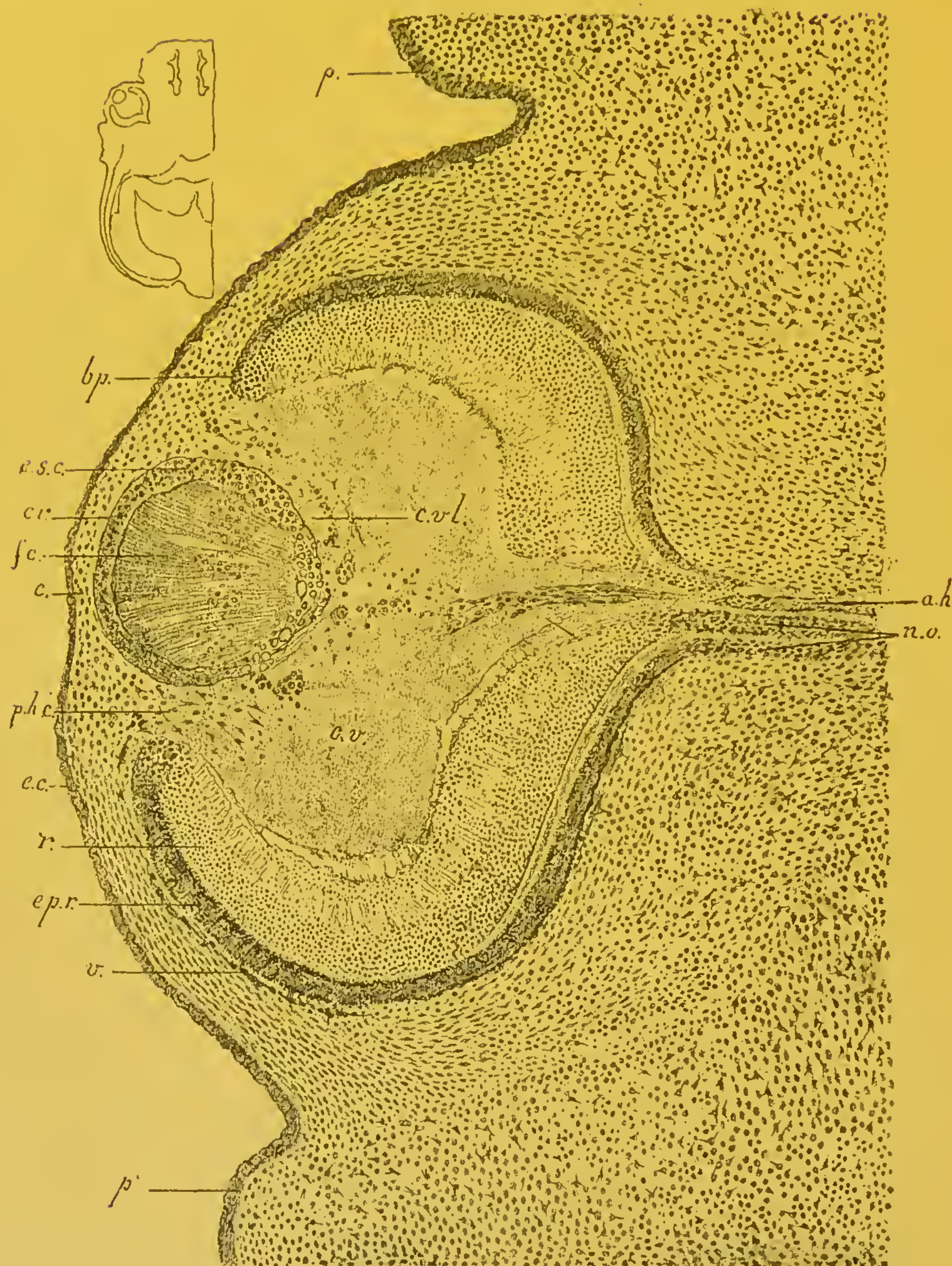


FIG. 20.

Œil d'un embryon humain de 16 millimètres.[1]
(35 jours environ)

Coupe horizontale. (La petite figure au trait représente l'ensemble de la coupe — la moitié du crâne — avec l'œil en place).

p. Bourgeon frontal (il n'y a pas encore de paupière différenciée).

p' Bourgeon maxillaire supérieur.

c. Lame conjonctive embryonnaire qui, par sa position au devant du cristallin et sa courbure, s'annonce déjà comme devant former la cornée. On voit que celle-ci fait partie des téguments, tandis que la sclérotique avec laquelle elle se continue si intimement plus tard, n'est nullement différenciée à cette époque des tissus conjonctifs périoculaires et ne constitue pas, à proprement parler, une formation tégumentaire.

l. c. Epithélium cornéen et conjonctival, directement continu avec l'épiderme cutané.

cr. La cristalloïde, déjà différenciée sous forme d'une fine cuticule qui englobe complètement le cristallin.

e. s. c. L'épithélium sous-capsulaire.

f. c. Les fibres cristalliniennes présentant vers le milieu de leur longueur, le noyau qui les fait reconnaître pour des cellules épithéliales allongées.

b. p. Le futur bord pupillaire; au point de vue embryologique c'est le pli par le moyen duquel s'établit la continuité du feuillet profond rétinien (*r*) avec le feuillet pigmentaire superficiel (*ep. r.*), après invagination de la vésicule optique primitive en vésicule secondaire.

n. o. Le nerf optique. Au moment où il s'épanouit dans la rétine, il présente comme cette dernière, une cavité centrale contenant l'artère hyaloïdienne, et une double paroi épithéliale. En d'autres termes les deux feuillets rétiniens, le pigmentaire et le nerveux, se continuent avec deux feuillets analogues du nerf optique, constitué donc à son extrémité oculaire par deux lames épithéliales concentriques. L'explication de ce fait étant difficile à comprendre sans un schéma, nous renvoyons à celui que l'on trouvera plus loin.

(1) Nous devons cet intéressant embryon à notre ami M. Sourdille, interne de la clinique ophthalmologique.

r. Feuillet rétinien profond, invaginé, future rétine, déjà reconnaissable à ses assises cellulaires multiples.

ep. r. Feuillet rétinien superficiel, épithélium pigmentaire de la rétine, constitué ici par une série de couches de cellules en voie de pigmentation. Au contraire chez l'adulte il existe ici une seule couche cellulaire.

a. h. L'artère hyaloïdienne, entrant dans l'œil par la gouttière du nerf optique et suivant un mécanisme qui sera étudié au moyen du schéma. On la voit se diriger vers le pôle postérieur du cristallin autour duquel elle forme un réseau vasculaire nutritif (*c. v. l.*) qui, à travers l'espace périlenticulaire, communique avec le tissu conjonctif de la future région scléro-cornéenne.

p. h. c. Le pédicule hyalo-cornéen (1), dans lequel passent des vaisseaux émanés des tissus conjonctifs périoculaires (future scléro-choroïde) et allant compléter la tunique vasculaire du cristallin. De même que cette dernière ces vaisseaux disparaissent et n'ont pas d'analogue chez l'adulte.

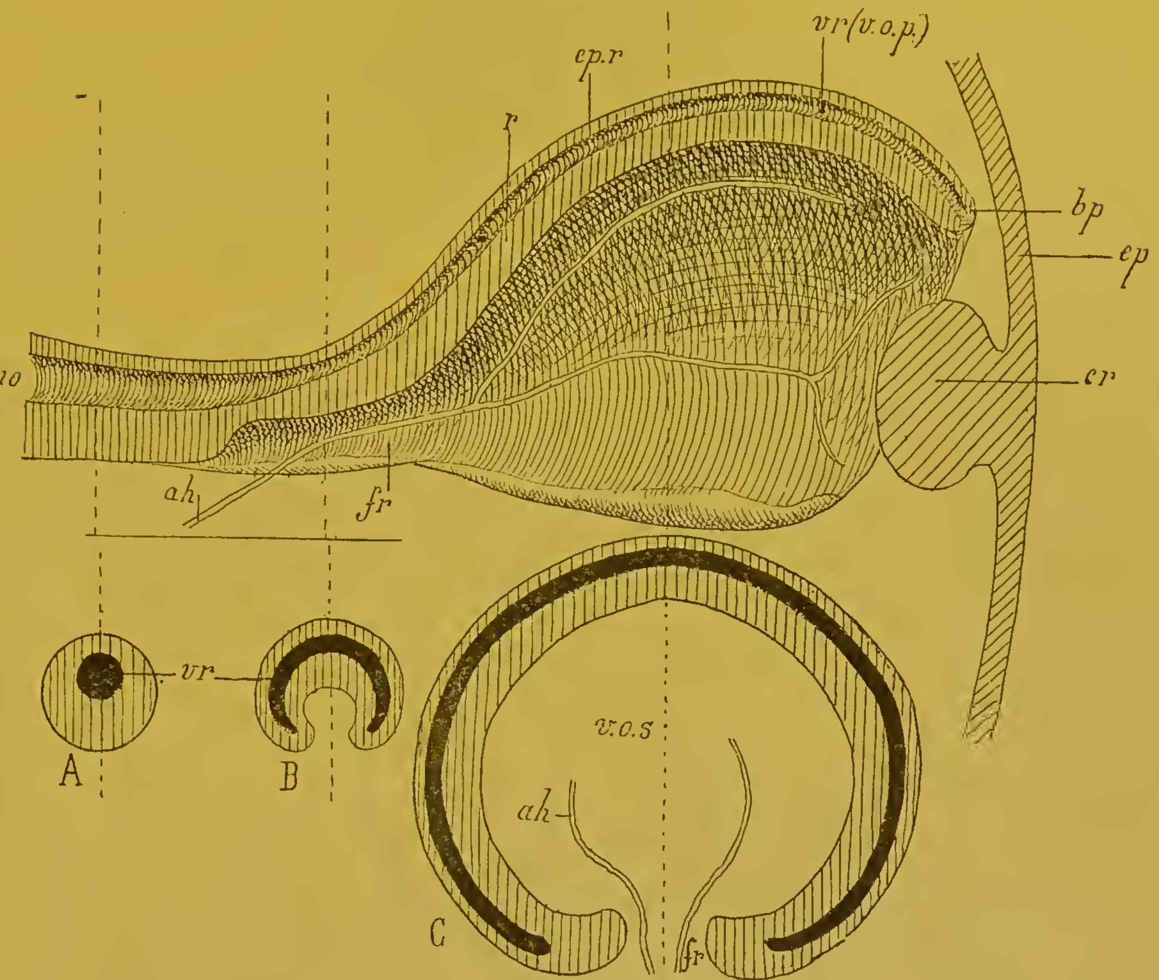
c. v. Le corps vitré. On peut encore comprendre facilement ici qu'il n'est autre chose que le tissu conjonctif accompagnant l'artère hyaloïde. Il est du reste parfaitement reconnaissable comme tel vers l'équateur du cristallin (nombreuses cellules), mais il a subi une transformation muqueuse déjà très avancée dans tout le fond de la cavité rétinienne ; en ce point il a déjà son aspect définitif et commence à s'adapter à ses fonctions de remplissage et de transparence.

A cette période primitive du développement, qu'il est rare de pouvoir observer chez l'homme, l'œil est simplement encore constitué par une rétine, un corps vitré vasculaire et un cristallin enfouis sous les téguments dans la masse conjonctive embryonnaire qui enveloppe les centres nerveux. Nous devons rappeler ici l'origine de ces diverses parties constituantes.

De la vésicule cérébrale antérieure émane, dans les premières périodes du développement, un bourgeon creux antéro-latéral,

(1) Ce nom a l'avantage de rappeler des connexions embryologiques qu'il est important de ne pas perdre de vue pour comprendre comment le vitré, cet amas muqueux enkysté dans une cavité nerveuse, communiquait primitivement avec les tissus conjonctifs périoculaires dont il représente une portion détachée et isolée.

la *vésicule optique primitive.* Son pédicule sera le nerf optique, la partie libre, périphérique, la rétine. Mais elle subit à ce niveau des modifications secondaires, une invagination que seul un schéma peut bien faire comprendre.



(Schéma destiné à faire comprendre la vésicule oculaire secondaire (*v.o.s.*) et la fente rétinienne.)

ep. Epiderme cutané.
cr. Cristallin.
vr. Ventricule rétinien (vésicule oculaire primitive).
ep. r. Epithélium rétinien.
r. Rétine.
n. o. Nerf optique.
a. h. Artère hyaloïdienne.
f r. Fente rétinienne.

Le schéma ci-contre suppose l'une des moitiés de la vésicule oculaire secondaire résultant de l'invagination de la vésicule primitive. Cette invagination s'est faite non seulement d'avant en arrière, ce qui aurait eu pour résultat la formation d'une cupule à double paroi, mais aussi de bas en haut, déterminant ainsi une sorte de fente inférieure, la *fente rétinienne*, qui va du bord antérieur de la cupule jusqu'au nerf optique dont elle intéresse l'origine.

Elle est donc par rapport à l'orifice de la vésicule secondaire comme la fente du bec de lièvre vis-à-vis de l'orifice buccal. Dans le schéma la coupe est supposée passer par la fente rétinienne dont on voit le bord mousse à la partie inférieure de la figure.

Le tissu conjonctif vasculaire qui environne l'œil pénètre dans la cavité de la vésicule secondaire à la fois par son orifice antérieur et par la fente rétinienne. Il n'est représenté dans le schéma que par les vaisseaux, l'artère hyaloïdienne avec les deux systèmes de branches : une branche centrale allant vers le cristallin, des branches périphériques doublant la face profonde de la rétine.

Les schémas A. B. C. représentent des coupes du nerf optique et de la rétine suivant des verticales (coupes vertico-transversales).

En A, le nerf optique forme un simple tube, dont le point noir central représente la cavité primitive. C'est la partie non atteinte par l'invagination secondaire (fente rétinienne) et ayant gardé son état primitif de tube étiré aux dépens de la paroi cérébrale.

En B, il est invaginé en gouttière à ouverture inférieure par le prolongement de la fente oculaire ; il contient l'artère centrale (artère hyaloïdienne).

Ce schéma explique comment, sur une coupe longitudinale, on peut trouver le nerf optique embryonnaire formé par un tube à double paroi comme dans la figure 20.

En C, la coupe a porté sur la partie moyenne de la vésicule rétinienne secondaire, encore ouverte à sa partie inférieure par la fente rétinienne siège de pénétration du vitré (tissu conjonctif intraoculaire). La fente rétinienne une fois fermée

on a la disposition définitive des membranes oculaires : une rétine entourant de toutes parts un vitré isolé, et englobée elle-même par des tissus conjonctifs différenciés plus tard en sclérotique et choroïde.

Le schéma rappelle enfin l'origine épidermique du cristallin, qui se détache soit comme bourgeon plein, soit comme vésicule, de l'épiderme cutané, puis s'isole, comme le font par exemple les vésicules de Graaf émanées de l'épithélium ovarique.

On voit en définitive qu'au point de vue histologique l'œil est constitué par trois ordres de tissus, une cupule nerveuse à double paroi ; la *rétine*, organe essentiel émané des centres nerveux et le premier dans l'ordre d'apparition ; un globe épidermique émané du feuillet externe, le *cristallin* ; enfin des amas conjonctifs intra et périoculaires qui s'adaptent à des fonctions diverses (*vitré*, *scléro-choroïde*) mais dérivent tous de l'enveloppe mésoblastique des centres nerveux (lames céphaliques).

Il y a là de quoi faire un œil, mais l'organe est bien loin d'être apte à ses usages futurs et présente presque exclusivement encore des caractères de développement, mais presque aucun caractère d'adaptation fonctionnelle.

C'est ainsi qu'au point de vue morphologique le plus général, les parties constituantes de l'œil ne sont pas encore *encapsulées*, *enkystées* dans une membrane d'enveloppe (scléro-cornée) qui les solidarise, les protège, assure la forme régulière du globe par la résistance qu'elle oppose à la tension intraoculaire.

La rétine est simplement plongée dans une atmosphère de tissu conjonctif embryonnaire où ne se différencient encore, ainsi que le montre bien la figure, ni sclérotique ni choroïde. Il n'y a pas de globe oculaire, seule la partie antérieure de celui-ci est dessinée par la saillie arrondie que la cupule rétinienne et le cristallin forment sous les téguments : c'est une simple façade.

Par ses deux faces la rétine est en contact avec le tissu conjonctif vasculaire, condition nécessaire à son développement, puisqu'elle est au début complètement privée de vaisseaux propres, ainsi que la figure permet de le constater. Indépendamment des nombreuses différences histologiques

sur lesquelles nous ne voulons pas insister ici, la rétine adulte diffère de la fœtale, en ce qu'elle n'est plus en rapport avec un tissu vasculaire que par sa surface externe choroïdienne, sa doublure conjonctive profonde, le vitré, ayant complètement perdu sa vascularité primitive.

Des vaisseaux nouveaux émanés de l'artère centrale du nerf optique se sont alors développés dans les couches internes de la rétine que ne pouvait plus nourrir le vitré devenu invasculaire. L'apparition des vaisseaux rétiniens (qui n'occupent et ne nourrissent que les couches rétiniennes profondes) est donc corrélative de la transformation muqueuse du vitré nécessaire à ses fonctions optiques de transparence et constitue un caractère d'adaptation de même ordre. L'équivalence, au point de vue de la nutrition de la rétine, des vaisseaux hyaloïdiens externes et des vaisseaux rétiniens proprement dits, est prouvée par l'exemple des animaux qui, comme la grenouille, conservent toute leur vie un réseau vasculaire hyaloïdien et ont une rétine tout à fait invasculaire.

La figure 20 permet une remarque importante au sujet du développement du nerf optique. Si, comme tout porte à le croire, l'invagination secondaire de ce nerf ne se produit que dans sa région immédiatement rétrobulbaire, en d'autres termes si la fente rétinienne n'intéresse que la terminaison oculaire du nerf, il en résulte que celui-ci, au point de vue de son développement, présente deux portions différentes : une antérieure atteinte par l'invagination secondaire (v. le schéma fig. B) correspondant très probablement au segment parcouru chez l'adulte par les vaisseaux centraux, et une postérieure plus longue, non invaginée, restant simple tube creux à section cylindrique (schéma fig. A), n'ayant de rapports avec le tissu conjonctif que par sa surface externe et en conséquence simplement nourrie chez l'adulte par les vaisseaux des enveloppes périnerveuses.

Mais les transformations ultérieures qui, d'un tube à parois épithéliales, font une association de fibres nerveuses cloisonnées et nourries par des lames conjonctivo-vasculaires, se produisant semblables sur les deux segments, l'unité de structure est ramenée dans le nerf et la portion antérieure qui, à une certaine

période, présentait la même disposition en gouttière (fente oculaire) que la rétine perd toute ressemblance avec cette dernière pour s'identifier, à part la présence des vaisseaux centraux, avec la région postérieure du nerf.

Le vitré est l'un des organes les plus intéressants à considérer à cette période peu avancée du développement, parce que sa nature de tissu conjonctif primitivement vasculaire, sa continuité au niveau de la fente oculaire et de l'espace périlenticulaire avec la gangue conjonctive dans laquelle la rétine est incluse, sont encore nettement visibles. Le vitré est du tissu conjonctif devenu transparent, comme le cristallin est de l'épithélium devenu transparent ; tous deux présentent ce caractère d'être totalement isolés des tissus qui leur ont donné naissance. Cet isolement est plus fréquent du reste pour des organes épithéliaux (vésicules de Graaf, globes épidermiques des tumeurs, inclusions épithéliales tératologiques) que pour des organes conjonctifs et à ce titre le vitré nous paraît constituer une exception. Quant aux conditions de transparence elles consistent en partie dans l'absence de vaisseaux, qui, nécessaire et primitive pour le cristallin, est secondaire et pas toujours absolue (hyaloïde vasculaire des batraciens) pour le vitré. Celui-ci, originairement vasculaire et pourvu de cellules, prend ses qualités nécessaires de transparence en perdant ses vaisseaux qui s'oblitèrent et disparaissent et ses cellules qui subissent en partie la dégénérescence muqueuse et persistent seulement en petit nombre sous l'hyaloïde au niveau du segment antérieur.

Quant à sa séparation des organes conjonctifs avec lesquels il est encore ici en continuité, elle procède par stades successifs : c'est d'abord l'oblitération de la fente oculaire qui se réduit au point de pénétration des vaisseaux centraux dans le nerf optique, puis la disparition du pédicule périlenticulaire ou hyalo-cornéen (*p. h. c.*), enfin l'oblitération de l'artère hyaloïdienne et sa résorption. L'enkystement et l'isolement du vitré sont alors complets.

Le cristallin au début de son développement ne diffère pas essentiellement d'un globe épidermique immigré dans les parties profondes du derme et nourri par le tissu conjonctif vasculaire dans lequel il est plongé. Mais la vascularité est

beaucoup plus précoce et beaucoup plus abondante au niveau du segment postérieur du cristallin englobé par le vitré et abordé directement par l'artère hyaloïdienne, qu'au niveau du segment antérieur recouvert seulement tout d'abord par une très mince couche conjonctive relativement pauvre en vaisseaux. De là sans doute dérive ce fait que les cellules constituant la paroi postérieure de la vésicule cristallinienne primitive se développent en longues fibres dont l'accroissement en longueur et en nombre finit par constituer toute la masse du cristallin, tandis que l'épithélium situé sous la cristalloïde antérieure reste toute la vie à l'état de simple couche cellulaire.

Les vaisseaux péricristalliniens ne se résorbent que vers la fin de la vie intra-utérine. L'œil se trouve alors contenir deux volumineux organes invasculaires, le vitré et la lentille, qui présentent un caractère unique, du moins à ce degré chez les tissus vivants des animaux supérieurs : une transparence parfaite. Mais cette adaptation si complète aux fonctions optiques ne va pas sans une diminution de vitalité dont la cause principale est la disparition des vaisseaux et qui fait de l'œil l'un des organes les plus vulnérables, les moins résistants aux infections et aux traumatismes, à toutes les causes pathogènes quelconques. C'est ainsi qu'avec l'âge le cristallin subit très fréquemment une dystrophie en apparence spontanée, la cataracte sénile, qui est en quelque sorte la nécrose d'un tissu mal constitué pour résister aux diverses causes séniles de dénutrition. D'autre part, à la suite des traumatismes qui déchirent son enveloppe, et même souvent pour de simples contusions, le cristallin se désorganise (cataractes traumatiques) et cela pour des blessures minimes, insignifiantes dans tout autre tissu.

Le vitré, pour des causes analogues, n'oppose aucune résistance aux infections : il constitue un véritable milieu de culture où la phagocytose se fait difficilement par suite de l'absence de vaisseaux propres, où surtout la résorption des produits pathologiques est extrêmement peu active pour la même raison. Il en résulte qu'une atrophie de l'organe est la conséquence de toutes les invasions microbiennes, en termes cliniques qu'une phtisie de l'œil succède à toutes les infections vitréennes un peu

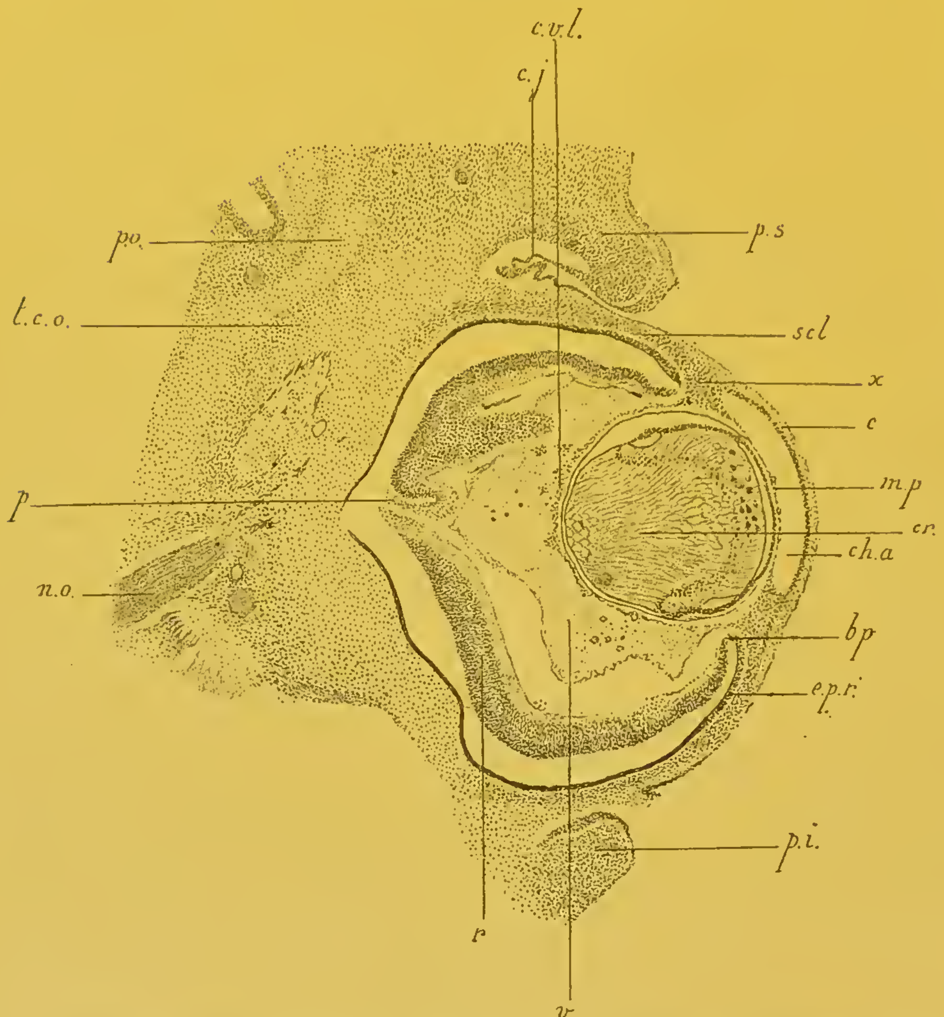
étendues. En tout cas, si en présence d'un processus infectieux peu actif le vitré résiste, c'est en subissant une transformation fibreuse partielle, c'est-à-dire en perdant ses caractères d'adaptation et en faisant retour à ses origines.

La cornée, également privée de vaisseaux, a heureusement la propriété d'en développer ; par là elle se défend. Sa vascularisation est, de l'aveu de tous les cliniciens, la condition de sa résistance dans les menaces de perforation par ulcères, et la base de la thérapeutique des infections cornéennes est d'organiser cette résistance, c'est-à-dire de favoriser la formation de vaisseaux (compresses chaudes). C'est aussi en se vascularisant que la cornée résorbe les infiltrations pathologiques ainsi que le montre l'éclaircissement des kératites interstitielles à la suite de la période de vascularisation.

Mais la cornée invasculaire, comme le vitré, diffère énormément de lui, en ce que ce dernier est un tissu vieux, dégénéré, ayant perdu les vaisseaux qu'il avait à l'état jeune. La cornée, au contraire, est un tissu en quelque sorte ultra-jeune, n'ayant jamais eu de vaisseaux, résultant d'une modification directe du tissu conjonctif invasculaire de l'embryon, mais pouvant se vasculariser plus tard sous des influences irritatives. Elle acquiert par là momentanément la vitalité nécessaire pour résister aux infections et réparer les pertes qu'elles lui ont fait subir.

FIG. 21.

Œil d'un Embryon humain de 25 mill. de longueur.
60 jours environ.



Coupe verticale comprenant *l'orbite* encore presque entièrement remplie par *l'œil* à cette époque (comme l'orbite des batraciens) le *nerf optique*, les *paupières* et la *conjonctive*.

La coupe a passé assez près de la papille pour que l'on se rende suffisamment compte de la continuité du nerf optique avec la rétine en ce point malgré la lacune accidentelle qui sépare ici ces deux parties d'un même tout

La paupière inférieure se trouve abaissée accidentellement par suite d'une rupture du cul-de-sac conjonctival représenté au-dessus d'elle par une petite encoche.

n. o. Le nerf optique.
p. La papille
r. La rétine.
ep. r. Epithélium rétinien.
b. p. Le bord pupillaire.
cr. Le cristallin.
c. v. l. Capsule vasculaire du cristallin.
m. p. Membrane pupillaire (partie antérieure de cette capsule).
v. Vitré, déjà limité par une hyaloïde et présentant quelques coupes de vaisseaux sanguins.
x. Le bourrelet ciliaire.
scl. Sclérotique.
c. Cornée.
ch. a. Chambre antérieure.
p. s. Paupière supérieure.
c. j. Conjonctive.
p. i. Paupière inférieure
t. c. o. Tissu conjonctif embryonnaire de l'orbite.
p. o. Paroi osseuse de l'orbite.

Pour utiliser cette figure il faut tout d'abord reconnaître les parties constituantes de l'appareil oculaire : les *paupières*, encore simples bourrelets cutanés comme celles de la grenouille, la *cornée* d'une minceur extrême, la *sclérotique* qui n'est différenciée nettement du tissu orbitaire que dans son segment antérieur.

La rétine rappelle encore parfaitement la vésicule primitive dont le segment antérieur (rétine proprement dite) s'est invaginé dans le postérieur (épithélium pigmentaire) de manière à réduire la cavité primitive en une simple fente séparant les deux feuillets de la rétine, et à transformer celle-ci en une sorte de coupe à double paroi dont la cavité, remplie par le vitré et le cristallin, est la cavité (vésicule) oculaire secondaire, définitive, dont l'orifice, au niveau duquel s'établit la continuité des deux feuillets, constituera plus tard l'orifice pupillaire, et qui est enfin reliée au cerveau par un pédicule primitivement creux, le nerf optique.

Le cristallin, à peu près sphéroïdal, est enclavé dans l'orifice pupillaire, enveloppé par une fine membrane vasculaire et encastré en arrière dans le vitré. Ce dernier à cette époque est un vrai tissu muqueux, pourvu de vaisseaux, remplissant la cupule rétinienne et se continuant en avant

avec l'enveloppe fibreuse de l'œil par un fin pédicule qui s'insinue entre le cristallin et la rétine.

On ne peut distinguer encore ni iris proprement dit ni choroïde, la couche noire qui double la sclérotique étant uniquement constituée par le feuillet pigmentaire de la rétine.

On voit que l'œil emprunte ses éléments constituants en somme à trois systèmes anatomiques : la rétine au cerveau, le cristallin à l'épiderme, tout le reste, enveloppe fibreuse, membranes vasculaires, contenu muqueux, à la masse conjonctive embryonnaire de la région orbitaire ou pour mieux dire à l'enveloppe mésoblastique du cerveau (lames céphaliques).

Quelques détails maintenant sur chaque partie.

Enveloppe fibreuse. — On voit que la cornée et le segment antérieur de la sclérotique, continus l'un avec l'autre, sont parfaitement modelés et présentent une courbure déjà très régulière. Au contraire, le segment scléral postérieur n'est nullement différencié du tissu embryonnaire de l'orbite, et faute de résistance, s'est laissé modifier par l'action des, réactifs. Il en faut conclure tout d'abord que la sclérotique n'est autre chose que la partie du tissu orbitaire contiguë à la rétine et dont la différenciation et l'organisation progressives en lame isolée et résistante sont en rapport avec : 1° les mouvements du globe (formation d'une surface articulaire. — 2° la nécessité de résister à la tension intraoculaire, principal facteur de la régularité de courbure des parois du globe.

Le développement plus précoce du segment antérieur de la coque oculaire est en rapport avec la résistance plus considérable qu'il doit fournir, étant le plus directement exposé aux pressions extérieures. C'est pour cela que dans toute la série des vertébrés il est beaucoup plus fortement organisé que le segment postérieur reposant sur la graisse de l'orbite. — Dans la cornée, bien qu'encore très mince, on distingue à un suffisant grossissement toutes les couches constituantes, sauf peut-être la membrane de Bowman. C'est au développement encore très-incomplet de sa trame fibreuse, que cette membrane doit sa minceur actuelle.

A la face interne de la sclérotique un fort grossissement ne permet de rien distinguer encore qui soit une choroïde différenciée à un degré quelconque. On voit seulement à ce niveau, surtout dans les parties antérieures de l'œil, une couche de capillaires inclus dans les couches les plus internes de la sclérotique, origine évidente de la membrane vasculaire.

La choroïde se différencie donc à la face profonde d'une sclérotique déjà avancée dans son développement, par vascularisation de ses couches juxta-rétiniennes, puis mobilisation de la couche ainsi vascularisée sur la sclérotique proprement dite, grâce au développement d'un tissu de glissement, d'une séreuse incomplète, la lamina fusca, phénomène très-probablement en rapport avec les mouvements imprimés à la choroïde par les contractions du muscle ciliaire.

Enfin se produit la pigmentation, phénomène plus ou moins tardif, plus ou moins prononcé suivant les sujets et qui constitue une adaptation à des conditions optiques : l'absorption de la lumière diffuse qui gênerait la netteté des images rétiniennes.

A la jonction de la sclérotique et de la cornée, on voit un bourrelet de tissu embryonnaire (x) masse encore indivise, que sa position et sa destinée permettent d'appeler le *bourrelet ciliaire* et dans lequel se développent par la suite le muscle ciliaire, le tissu conjonctif des procès et le ligament pectiné. Ce bourrelet ciliaire, appuyé et moulé sur l'équateur du cristallin, se continue en avant avec la membrane pupillaire, segment antérieur de la capsule vasculaire du cristallin, en arrière avec le vitré et le segment postérieur de cette même capsule. En d'autres termes il établit la continuité, destinée à disparaître, entre le tissu conjonctif intraoculaire (vitré et membranes vasculaires internes) et extraoculaire (coque fibreuse).

Vitré et membrane vasculaire du cristallin. — Le cristallin, globe épidermique immigré dans l'orifice de la cupule rétinienne avant la formation de la cornée, se trouve dès sa pénétration englobé et nourri par le tissu vasculaire de

l'orbite qui profite de la fente oculaire pour s'insinuer entre la lentille et la rétine. On voit ici que le cristallin est encore complètement encapsulé de tissu conjonctif, qui, à son contact immédiat, est réduit à une fine membrane vasculaire de nutrition, mais qui, entre la lentille et le fond de la cupule rétinienne, s'adapte déjà à ses fonctions de remplissage et de transparence, en se transformant en tissu muqueux, le corps vitré proprement dit, déjà reconnaissable comme tel.

A cette époque le vitré, déjà pourvu d'une hyaloïde, se continue donc entre le bord antérieur de la rétine et le cristallin par une mince lamelle qui s'élargit et se perd dans le bourrelet ciliaire et mérite, par la continuité qu'elle établit, le nom d'*hyalo-ciliaire*. Cette lamelle est destinée à disparaître, l'espace qu'elle traverse d'arrière en avant, et qui est en somme l'espace périlenticulaire, étant libre chez l'adulte où aucune communication n'existe plus entre le vitré et les membranes extérieures. Le vitré, portion du tissu orbitaire ayant pénétré entre la rétine et le cristallin principalement au niveau de la fente oculaire, et se continuant tout d'abord par une série de points avec les tissus conjonctifs périoculaires, se trouve donc successivement isolé de tous ces divers tissus. La fermeture de la fente rétinienne entraîne tout d'abord la résorption du pédicule hyalo-orbitaire ; puis la lamelle hyalo-ciliaire disparaît. Enfin la disparition de l'artère hyaloïdienne qui faisait encore communiquer indirectement le vitré avec le tissu de l'orbite par l'intermédiaire des vaisseaux centraux du nerf optique et de la colonne conjonctive qui les accompagne, complète l'isolement du vitré et fait de lui une masse mésoblastique muqueuse complètement enkystée au même titre que le cristallin. Le vitré chez l'homme adulte n'adhère même pas à la papille et l'hyaloïde le limite aussi bien en ce point que partout ailleurs.

Cette inclusion totale d'un amas conjonctif est, croyons-nous, unique dans l'organisme ; la privation de vaisseaux qui en est la conséquence est sans doute le principal facteur de la transformation muqueuse du tissu.

Cristallin. — A peu près sphérique à cette époque, comme

le reste toute la vie le cristallin des poissons et des batraciens, inclus dans l'orifice antérieur de la cupule rétinienne dont les lèvres, par leur développement ultérieur, passeront au devant de lui, le cristallin est déjà enveloppé à cette époque d'une cuticule hyaline, la cristalloïde, qui n'a rien de commun avec l'enveloppe vasculaire intimement appliquée à sa surface.

Immédiatement sous cette capsule on distingue sous forme d'une ligne sombre limitant les 2/3 antérieurs de la masse cristallinienne, l'épithélium sous-capsulaire. Concentriquement à cette couche épithéliale, on voit dans l'intérieur de la lentille une zone pointillée fournie par la série des noyaux appartenant aux cellules épithéliales postérieures, qui d'abord courtes et ayant leurs noyaux près de la cristalloïde postérieure, se sont allongés en fibres, cela d'autant plus qu'elles sont plus rapprochées de l'axe de la lentille. Les noyaux restant dans l'extrémité antérieure de chaque cellule ont été refoulés vers le centre du cristallin où ils décrivent par leur ensemble cette zone courbe dont les extrémités se raccordent avec la ligne des noyaux sous-capsulaires.

On voit donc que toute la masse du cristallin résulte de l'allongement et de la multiplication des cellules postérieures de la vésicule cristallinienne primitive, les cellules antérieures ne prenant aucune part à cette formation et restant toujours à l'état de courtes cellules prismatiques.

Rétine. — Il est facile de comprendre que l'espèce de cap faisant saillie dans la partie supérieure de la rétine, n'est autre chose qu'un pli rétinien coupé obliquement et que l'on aurait pu supprimer, n'était notre désir de respecter les profils fournis par la chambre claire.

Le feuillet externe de la rétine, épithélium rétinien pigmenté, a déjà l'aspect et la structure qu'il conservera toute la vie ; c'est une couche unique de cellules prismatiques qui se pigmentent dès les premiers temps de l'invagination en vésicule secondaire, et se trouve être par conséquent de beaucoup la première partie pigmentée de l'œil.

Le feuillet interne, rétine proprement dite, déjà fortement

épaissi et constitué par un grand nombre d'amas cellulaires, a déjà l'aspect général de la rétine définitive, bien que beaucoup de perfectionnements lui manquent encore, notamment les cônes et les bâtonnets.

On voit que la limitante interne de la rétine est chez l'embryon, comme plus tard, entièrement distincte de l'hyaloïde.

Au point de vue du développement général des deux feuillets rétiniens, les principales différences qui séparent la rétine embryonnaire de la rétine définitive, résident dans la partie antérieure de cette membrane.

Chez l'embryon suffisamment jeune comme celui qui nous occupe, la rétine nerveuse se continue avec la rétine épithéliale *directement* et en un point situé en arrière du bourrelet ciliaire vers l'équateur du cristallin.

Chez l'adulte la rétine nerveuse s'arrête toujours en ce point, mais le pli de continuité des deux feuillets rétiniens est reporté beaucoup plus en avant, vers le centre de la face antérieure du cristallin, c'est-à-dire au niveau du bord pupillaire définitif. Réduits à une double couche épithéliale, les deux feuillets rétiniens ont en effet proliféré de manière à tapisser la face profonde des organes conjonctifs développés aux dépens du bourrelet ciliaire (iris et procès). Nous étudierons ces modifications au moyen de la figure suivante.

Chambre antérieure. — Sur toutes les coupes des deux yeux de l'embryon ici étudié, il existe une chambre antérieure profonde. Bien que les auteurs considèrent le remplissage de cette cavité par l'humeur aqueuse comme un phénomène beaucoup plus tardif, et bien qu'en somme il puisse s'agir ici d'une sorte de décollement artificiel comme celui qui sépare les deux feuillets rétiniens, nous sommes cependant portés à croire que c'est l'absence de chambre antérieure à cette époque qui est chose artificielle. Tous ceux qui ont fait durcir un grand nombre d'yeux savent en effet que la chambre antérieure de l'adulte s'efface assez fréquemment par propulsion du cristallin sous l'influence de tel ou tel réactif. Ce même phénomène, presque constant chez l'em-

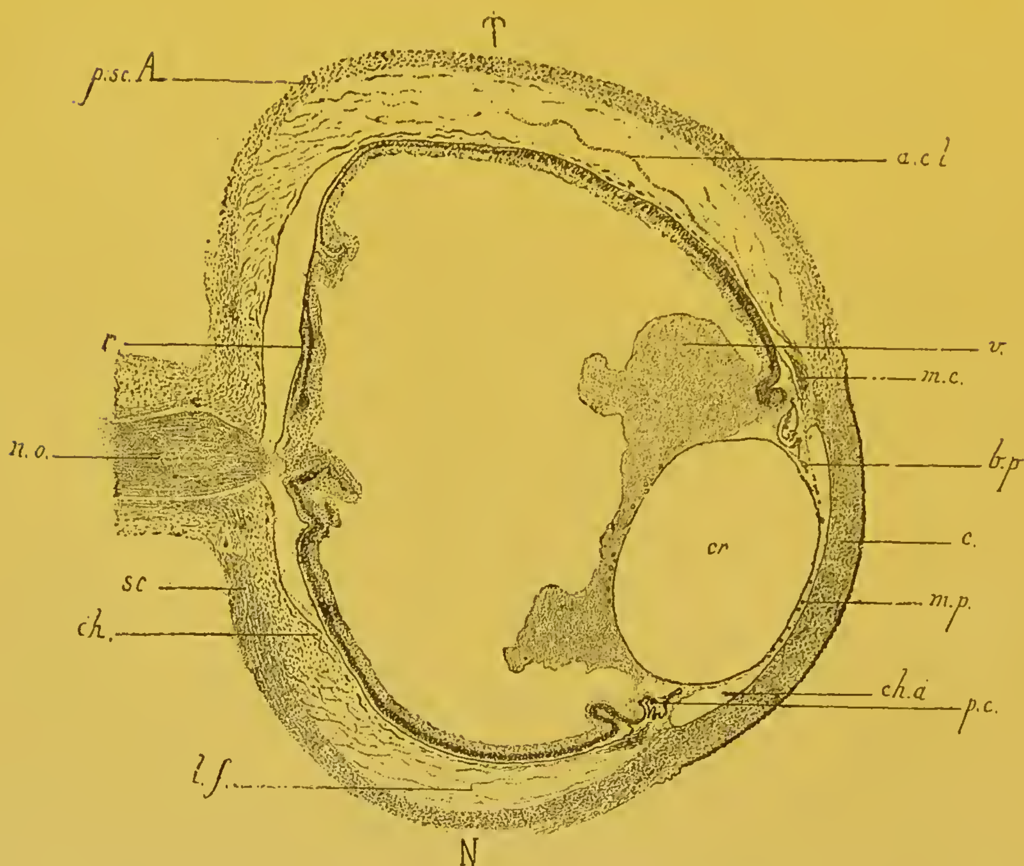
bryon, a fait admettre d'après nous l'absence de chambre antérieure. Nous ne voyons pas que rien nous permette de nier son existence dans l'œil de l'embryon vivant. L'absence de procès ciliaires sécréteurs de l'humeur aqueuse est un argument sans valeur ; celle-ci peut être parfaitement fournie par les vaisseaux de la membrane papillaire ; du reste des animaux sans procès ciliaires (batraciens) n'en ont pas moins une chambre antérieure dilatée par l'humeur aqueuse.

FIG. 22.

Fœtus humain de 4 mois 1/2.

Œil gauche, coupe horizontale.

p. sc. A. Protubérance sclérale d'Ammon.
sc. Sclérotique, dont la choroïde est, en ce point, à peine différenciée.



ch. Choroïde. Les petites lignes noires dans la choroïde représentent des vaisseaux (veines) gorgés de sang.
l. f. Lamina fusca dont les lames sont orientées toujours d'arrière en avant et de la sclérotique à la choroïde.

T. Côté temporal.
N. Côté nasal.

a. c. l. L'artère ciliaire longue.
m. c. Muscle ciliaire.
p. c. Procès ciliaires.
n. o. Nerf optique.
r. Rétine.
b. p. Bord pupillaire.
m. p. Membre pupillaire.
c. Cornée.
ch. a. Chambre antérieure, dont toute la région centrale est oblitérée par suite de la propulsion accidentelle du cristallin.
cr. Cristallin ; la cristalloïde indiquant le profil du cristallin est seule représentée, la substance propre du cristallin étant tombée de la coupe par suite de la friabilité.
v. Vitré, rétracté sous l'influence des réactifs (liq. de Müller, alcool).

L'œil durci lentement dans le liquide de Müller a parfaitement conservé sa forme extérieure, c'est-à-dire celle de la sclérotique, mais les milieux et membranes internes ont subi diverses modifications déterminées du reste par des conditions anatomiques ainsi mises en valeur.

Le vitré, extrêmement réduit de volume à cause de la faible quantité de matériaux solides qu'il renferme, s est décollé de toute la surface interne de la rétine à laquelle il est seulement juxtaposé, il présente un autre petit décollement vers l'équateur du cristallin restant seulement moulé sur la face postérieure de la lentille dont le sépare le segment postérieur de la tunique vasculaire. Mais le vitré est resté adhérent à la région ciliaire, à laquelle il est cimenté durant toute l'existence d'une façon extrêmement solide.

La rétine plissée et par conséquent diminuée d'étendue s'est décollée de la coque fibreuse. Dans les deux tiers antérieurs elle a été accompagnée par la choroïde très mobile en ce point à cause de la laxité extrême de la lamina fusca. Mais au niveau du tiers postérieur. du globe la choroïde maintenue par une lamina fusca à fibres plus courts, n'a pu suivre entièrement la rétine et celle-ci s'est séparée de la membrane vasculaire.

La cassure qui existe au niveau de la papille présente moins

d'importance et ne révèle que la friabilité des fibres optiques à l'état de durcissement.

Nous avons déjà indiqué que le cristallin n'était plus représenté que par sa cristalloïde. Nous considérons sa propulsion, c'est-à-dire l'absence de chambre antérieure, comme artificielle et en rapport avec les divers décollements intraoculaires.

La cornée a acquis sa structure définitive, la lame de Bowman est développée. A part les dimensions, elle ne diffère nullement d'une cornée d'adulte et est aussi parfaitement invasculaire.

Le développement de la sclérotique est moins avancé que celui de la cornée, elle est encore riche en cellules, ses fibres sont encore relativement faibles.

Autour de l'entrée du nerf optique, l'anneau scléral a déjà sa configuration générale de petit canal conique.

Par sa courbure, remarquablement conservée sur toutes les coupes de l'œil représenté ici, la sclérotique diffère notablement de ce qu'elle sera chez l'adulte. Au lieu d'une forme grossièrement sphérique (c'est tout ce que l'on peut dire de la sclérotique adulte à laquelle il ne faut pas attribuer une régularité géométrique quelconque) elle est nettement ovoïde par suite d'une protubérance régulière qu'elle présente dans son segment postérieur entre l'équateur de l'œil et l'entrée du nerf optique. Cette saillie, signalée tout d'abord par Von Ammon vers 1840, est depuis généralement désignée sous le nom de ce grand anatomiste. A son niveau, la sclérotique est amincie et dépourvue de vaisseaux, ce que l'on voit parfaitement à la surface d'un globe oculaire injecté. Avec le développement de l'œil et l'organisation fibreuse de plus en plus solide de la sclérotique, la protubérance d'Ammon rentre dans la courbure générale de cette membrane.

Par suite de la prédominance d'étendue, si considérable chez le fœtus, du segment scléral externe sur le segment interne, la position relative de la cornée est très différente de ce qu'elle sera chez l'adulte, celle-ci est comme déviée en dedans. En d'autres termes, l'axe de la cornée et du cristallin va tomber beaucoup plus en dehors de la papille que cela n'a lieu chez l'adulte, et l'asymétrie du globe est encore plus

prononcée que chez ce dernier. Une des caractéristiques du développement de l'œil est donc de se rapprocher de plus en plus de la forme sphérique. Cet idéal mathématique n'est pas réalisable pour des tissus vivants, mais enfin l'œil s'en rapproche plus ou moins suivant les cas, et l'on conçoit facilement que beaucoup de vices de réfraction et notamment l'astigmatisme puissent avoir pour cause un développement vicieux ou la persistance relative d'un état fatal, c'est-à-dire un arrêt de développement.

La protubérance d'Ammon est située beaucoup plus en dehors que le staphylome scléral postérieur des myopes. Cependant il est difficile de ne pas admettre quelques relations encore mal précisées entre la minceur de la sclérotique au niveau de la protubérance et la grande prédominance du staphylome postérieur dans la région vasculaire, c'est-à-dire à quelques millimètres en dehors de la papille.

Choroïde. — Elle est à cette époque différenciée de la sclérotique sur laquelle elle peut glisser au moyen de la lamina fusca. On voit que la différenciation est beaucoup plus complète en avant qu'en arrière, aux environs immédiats de la papille. Là, les deux membranes sont encore confondues, et sont destinées, du reste, à l'être indéfiniment, la choroïde n'est autre chose que la couche interne vascularisée et pigmentée de la sclérotique.

Plus on s'éloigne de la papille, plus la choroïde s'individualise et devient mobile sur la sclérotique. On remarquera que les lames de la lamina fusca vont toutes d'arrière en avant et de la sclérotique vers la choroïde. Cette direction parfaitement constante et d'autant plus accentuée que l'on s'avance davantage vers le muscle ciliaire, nous semble déterminée par des mouvements dans ce sens de la choroïde pendant l'accommodation, ou du moins préparée en vue de ces mouvements.

Dans cette hypothèse la lamina fusca est avant tout une séreuse, c'est-à-dire un organe de glissement.

La région du bourrelet ciliaire s'est ici fortement compliquée par l'apparition du muscle ciliaire, l'ébauche des procès, des modifications dans la région antérieure de la rétine. Nous reviendrons sur cette étude à l'aide d'un plus fort grossissement.

La tunique vasculaire du cristallin encore complète, n'est visible à ce grossissement faible que par les vaisseaux représentés par de petits cercles.

Rétine. — Ne nous occupant pas d'histogénèse, nous voulons seulement faire remarquer : *a*) le pli qui existe au niveau de la terminaison antérieure de la rétine nerveuse et que nous croyons artificiel et dû aux réactifs, bien qu'on le rencontre presque constamment sur les yeux de cet âge.

b) La rétine s'amincit brusquement au delà du pli et elle forme ainsi l'ora serrata, laquelle se trouve donc beaucoup plus antérieure dans l'œil fœtal que dans l'œil adulte. A ce point de vue l'œil des quadrupèdes reproduit l'aspect de l'œil du fœtus humain, l'ora serrata, très antérieure, touche presque les procès, la zone choroïdienne est très étroite, ce qui est en rapport avec une faiblesse relative du ligament suspenseur du cristallin dont la zone choroïdienne est la surface d'insertion.

Enfin le peu de développement de la zonule répond au peu d'étendue de l'accommodation chez les quadrupèdes, fonction qui dort chez le fœtus humain, mais atteint un si grand développement chez l'enfant et l'adulte.

En comparant l'œil ici figuré à ceux des embryons de 16 et 25 millimètres, nous voyons qu'au point de vue général la principale différence consiste dans l'enkystement des membranes et milieux oculaires par la coque scléro-cornéenne. L'œil résulte du reste d'une série d'enkystements successifs et c'est là, peut-on dire, le procédé embryogénique permettant d'arriver à un organe sphéroïdal.

C'est tout d'abord le cristallin qui s'enkyste dans les tissus conjonctifs placés en avant de la vésicule rétinienne, puis le vitré qui pénètre dans cette vésicule, s'y enkyste et s'isole successivement des amas conjonctifs avec lesquels il était tout d'abord en continuité.

L'enkystement a donc permis la régularité géométrique du cristallin et du vitré par *la suppression des pédicules.* Quant à la régularité totale du globe elle dérive également de ce que le globe oculaire est un kyste dont les parois sont régulièrement tendues par une pression interne à laquelle elles font équilibre.

Et c'est encore cette transformation kystique totale qui, donnant à l'œil sa résistance et sa régularité, en font au point de vue mécanique une tête articulaire capable de mouvements aussi précis que rapides.

Mais tant de perfectionnements en vue de fonctions parfaitement définies ont créé un organisme délicat exposé par sa nature même à des accidents d'un ordre tout spécial. La nécessité physique et mécanique pour l'œil d'être une sphère fermée conduit d'une part à la phtisie et de l'autre au glaucome. Ouverte par un traumatisme dont la gravité sur un autre organe serait minime, le globe oculaire se vide plus ou moins et la déformation seule qui en résulte le rend incapable de fonctionner. D'autre part, il était fatal qu'une petite sphère presque fermée et au sein de laquelle se font des sécrétions importantes, pût avoir à souffrir, pour telle ou telle cause, d'une insuffisance d'excrétion absolue ou relative. Il en résulte alors une rétention des liquides intraoculaires, une augmentation de la tension du globe, empêchant le sang de pénétrer librement dans les membranes internes, un écrasement de ces membranes, finalement des dystrophies étendues résultant de ces diverses causes. C'est là, en termes cliniques, le glaucome, et si tant d'affections diverses, même de simples troubles fonctionnels, aboutissent à cette terrible complication, c'est avant tout parce que l'œil est un kyste, renfermant un appareil sécréteur (les procès ciliaires).

Fig. 23.

La région ciliaire et l'angle irien de l'œil fœtal humain de 4 mois 1/2.

Examinés à un grossissement de 70 diamètres



scl. Sclérotique.
t. ep. Tissu episcléral.
e. c. Epithélium conjonctival et cornéen.
m. B. Membrane de Bowman.
m. D. Membrane de Descemet.
a. i. Angle irien, rempli par le réticulum cilio-scléral (ligament pectiné.).
r. scl. c. Réticulum scléro-cornéen, commençant à se différencier dans les couches internes de la sclérotique sous la forme d'une petite aire triangulaire particulièrement riche en noyaux.
r. Rétine.
ep. r. Epithélium pigmenté de la rétine.
m. c. Muscle ciliaire.
o. s. Ora serrata, caractérisée par l'amincissement brusque de la rétine nerveuse en ce point et sa transformation en simple couche épithéliale.
p. c. Procès ciliaires.
i. Iris, encore réduit à une bandelette qui ne dépasse guère l'équateur du cristallin.
b. p. Bord pupillaire.
c. v. c. Capsule vasculaire du cristallin dont la partie antérieure m. p. constitue la membrane pupillaire.
cr. Masse cristallinienne, présentant des cassures et des lacunes.
c. v. Corps vitré.

La fig. 23 permet d'étudier :

a) les modifications de la partie antérieure de la rétine et leur utilisation dans la formation des procès ciliaires et de l'iris.

b) la différenciation du bourrelet ciliaire en :

1° muscle ciliaire ;

2° portion conjonctive des procès et réticulum cilio-scléral ;

3° partie conjonctive de l'iris.

c) le début de la différenciation à la face interne de la sclérotique, entre la pointe du muscle ciliaire et l'origine de la membrane de Descemet, du réticulum scléro-cornéen, séparant le canal de Schlemm de la chambre antérieure.

Comparé à ce qui existe chez l'adulte, l'état figuré ici

se caractérise par le peu de distance qui sépare l'ora serrata des procès ciliaires, c'est-à-dire par l'étroitesse de la zone choroïdienne. L'ora serrata est ici en regard de l'extrémité antérieure du muscle ciliaire, tandis que chez l'adulte elle s'est reportée en arrière de son extrémité postérieure.

L'iris n'est encore qu'une simple bandelette et enfin on ne voit pas de zonule, tout au moins au grossissement représenté.

Rétine. — On retrouve facilement le feuillet externe pigmenaire et le feuillet interne épais et stratifié qui constituaient déjà la rétine chez l'embryon de 25 millimètres ; la continuité des deux feuillets s'établit toujours au niveau du bord pupillaire, qui, ici, commence à mériter ce nom. Mais des modifications importantes se sont produites dans cette région antérieure de la rétine : tout d'abord le feuillet interne perd brusquement à l'ora serrata son caractère nerveux, devient simple couche d'épithélium prismatique. La double couche cellulaire à laquelle se réduit désormais la rétine forme en ce point une série de plis radiés, revêtement épithélial (*pars ciliaris retinœ*) des procès ciliaires développés aux dépens du bourrelet signalé plus haut. Au devant des procès la rétine reprend son trajet direct et double non plus les procès, mais une lame conjonctive plane, rudiment de l'iris, qui du bourrelet ciliaire s'avance de plus en plus au devant de la face antérieure du cristallin. Dans ce trajet la double couche rétinienne constitue la pars iridica retinœ : Etant donnée l'étroitesse de l'iris à cette époque, la pupille, extrêmement large, se présente vue de face, bordée par un mince liseré irien, comme celle des yeux traités plusieurs jours par l'atropine.

Le muscle ciliaire, parfaitement net, présente constamment chez le fœtus de cet âge et même plus tard, un prolongement antérieur se dirigeant vers l'iris et qui manque chez l'adulte, du moins à ce degré. Est-il destiné à fournir le dilatateur de l'iris ? Forme-t-il à la suite de modifications ultérieures les faisceaux circulaires de certains muscles ciliaires ? C'est ce que nous ignorons encore, il y a là un point intéressant à éclaircir.

L'angle irien, très différent de ce qu'il est chez l'adulte, est au contraire tout à fait comparable à celui des quadrupèdes. La cavité de la chambre antérieure proprement dite s'arrête au niveau de l'origine de la membrane de Descemet, comme chez le porc, etc., où elle est limitée en ce point par le ligament pectiné.

Chez l'adulte, au contraire, la chambre antérieure ne s'arrête qu'au muscle ciliaire, elle a bénéficié par conséquent de tout l'espace *a. i.* rempli chez le fœtus par un fin réseau cellulaire, équivalent du réseau trabéculaire plus ou moins pigmenté (ligament pectiné) qui, chez les quadrupèdes, remplit le même espace. Le fœtus humain a donc son ligament pectiné (ou du moins un équivalent morphologique) qui reproduit une disposition ancestrale encore parfois rappelée chez l'adulte par quelques trabécules isolées allant de l'iris vers l'origine de la membrane de Descemet.

Le réticulum scléro-cornéen, que sa situation à la face interne de la sclérotique entre la pointe du muscle ciliaire et la membrane de Descemet permet de déterminer d'une façon certaine, commence à se différencier du reste de la sclérotique par une plus grande richesse en noyaux, mais les espaces lacunaires ne sont pas encore formés. Ce tissu réticulé appartient donc par son développement à la sclérotique, il est une différenciation secondaire, une modification en vue de la filtration, du tissu scléral dans la partie qui sépare le canal de Schlemm de la chambre antérieure. Par cette origine il se différencie nettement du ligament pectiné, développé, lui, dans le bourrelet ciliaire. Ce n'est là évidemment qu'une différenciation à partir d'un moment donné puisque bourrelet ciliaire et sclérotique ont une origine commune. Mais il n'y en a pas moins là une preuve suffisante que le réticulum scléro-cornéen et le réticulum cilio-scléral (ligament pectiné) sont deux choses qui ne doivent pas être confondues.

On reconnaît sur la figure la capsule vasculaire du cristallin, encore complète, prenant le nom de membrane pupillaire dans l'étendue de cet orifice, s'anastomosant au niveau du bord pupillaire avec la lame conjonctive irienne.

On voit que cette dernière est développée aux dépens du bourrelet ciliaire et de la lamelle unissant ce dernier à la capsule vasculaire du cristallin, plutôt qu'aux dépens de la membrane pupillaire.

Il est encore très facile à cette période de se rendre compte de la continuité des formations conjonctives intraoculaires (vitré et tunique vasculaire du cristallin) avec les formations extérieures (enveloppe fibreuse) par l'intermédiaire du tissu conjonctif du corps ciliaire (ancien bourrelet ciliaire). Mais après la résorption de la tunique vasculaire du cristallin, le vitré se trouvera isolé de toutes ses continuités primitives avec les masses conjonctives perioculaires, et réalisera ainsi cette inclusion complète d'un ilot conjonctif dès lors nécessairement invasculaire et placé dans des conditions de nutrition toutes spéciales, cause principale de sa transformation muqueuse et de sa transparence et aussi de son extrême vulnérabilité.

FIN

TABLE DES FIGURES

Pages

FIG. 1. — Nerf optique humain (nouveau-né) avec ses gaines. — Coupe transversale à 7 ou 8 millimètres en arrière du globe 14

FIG. 2. — Nerf optique humain (homme de 22 ans). — Coupe transversale à 3 millimètres en arrière du globe 18

FIG. 3. — Nerf optique humain (homme de 22 ans). — Coupe transversale au niveau de la lame criblée 20

FIG. 4. — Un petit faisceau du nerf optique de l'homme. — Coupe transversale à un grossissement de 350 diamètres 22

FIG 5. — Nerf optique humain. — Coupe longitudinale comprenant la pie-mère et quelques faisceaux périphériques (fort grossissement) 24

FIG. 6. — La région papillaire d'un œil emmétrope (homme de 49 ans) . 26

FIG. 7. — Segment antérieur de l'œil d'un enfant nouveau-né, après ablation du cristallin, du vitré et de la zonule. 34

FIG. 8. — Œil humain, vu de fac aeprès ablation de la cornée et arrachement de l'iris. 42

FIG. 9. — Segment antérieur de l'œil (femme de 50 ans) avec le cristallin, le vitré et la zonule 44

FIG. 10. — Coupe vertico-transversale au niveau de la tête des procès ciliaires (Homme adulte) 56

FIG. 11. — Coupe vertico-transversale au niveau de la partie moyenne des procès (homme adulte). 60

Pages

FIG. 12. — Région des procès ciliaires et de l'angle irien chez le porc . . . 64

FIG. 13. — Région des procès ciliaires et de l'angle irien chez le fœtus humain de six mois. 68

FIG. 14. — L'angle irien de l'homme adulte à un grossissement de 70 diamètres 72

FIG. 15. — Un fragment du reticulum scléro-cornéen de l'homme. . . . 76

FIG. 16. — Régions des procès ciliaires et de l'angle irien du chat. . . . 78

FIG. 17. — Choroïde humaine. 82

FIG. 18. — Coupe de l'iris humain à l'état d'extension. 86

FIG. 19. — Rétine humaine dans ses rapports normaux avec le vitré et la choroïde 92

FIG. 20. — Œil d'un embryon humain de 16 millimètres (35 jours) . . . 102

Schéma de la vésicule oculaire secondaire et de la fente rétinienne. 105

FIG. 21. — Œil d'un embryon humain de 25 millimètres de longueur (60 jours) 112

FIG. 22. — Coupe d'un œil de fœtus humain de 4 mois ½ 120

FIG. 23. — La région ciliaire et l'angle irien de l'œil fœtal humain de 4 mois ½ 126

TABLE DES MATIÈRES

A

Pages

Accommodation 39, 51, 52
Angle irien 35, 68, 72, 73, 74
Anneau scléral. v. Canal scléral.
Arachnoïde optique, v. Gaines optiques.
Artère hyaloïdienne 104

B

Bourrelet ciliaire de l'embryon 112, 115, 127

C

Canal de Petit 45, 48
Canal de Schlemm 72, 73
Canal scléral 27, 31
Chambre antérieure 38, 65, 75, 118
Chambre postérieure 45, 43
Choroïde 82
Développement 107, 115, 123
Chorio-rétine, ses trois régions 41
Cones et bâtonnets 93
Conjonctive 113
Cornée 35, 36
Développement 103
Cristallin 42, 44
Développement 103, 105, 109, 113, 117

D

Pages
Dilatateur irien 89
Dure-mère optique, v. Gaines optiques.

E

Epithélium pigmentaire rétinien 93
Espace périlenticulaire 42, 43, 47
Espaces sous-dural et sous-arachnoïdien 15, 37
Excavation physiologiqu 29, 30

F

Faisceaux nerveux rétiniens 93
Faisceaux primitifs et secondaires du nerf optique 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25
Fente rétinienne 105

G

Gaines fibreuses du nerf optique 14, 15, 16, 18, 30
Gaine névroglique du nerf optique 14, 15, 16, 17, 23, 24, 25

H

Humeur aqueuse 38, 45
Hyaloïde 44, 45, 47, 92

I

Iris 86, 87
Développement 127

L

Lame criblée 20, 21, 27
Lame vitrée de la choroïde 82
Lamina fusca 37, 120

Pages

Ligament pectiné (réticulum cilio-scléral) 39, 64, 69, 72, 79
Développement 127, 129
Limbe scléro-cornéen 34, 36
Limitante externe de la rétine 93
Limitante interne de la rétine 27, 30, 92

M

Membranes de Bowman et de Descemet 30, 36
Membrane de Descemet 44, 65
Membrane pupillaire 118, 127

N

Nerf de Tiedemann 15
Névroglie du nerf optique (v. gaine névroglique).

O

Optique (nerf) . . . . 14 à 25
Développement 103, 108
Ora serrata 35, 124

P

Papille optique . . . . 26 à 32
Pars ciliaris et iridica retinæ 35, 41, 87
Paupières 113
Procès ciliaires 34, 40, 56, 60, 62, 78
Développement 127
Prolongements anormaux de la lame criblée 28, 29
Protubérance sclérale d'Ammon 120, 121
Pupillaire (bord) 122

R

Réticulum scléro-cornéen 64, 65, 73, 76
Développement 127, 129
Rétine . . . . 92 à 100
Développement 103, 104, 117
Rétinites et choroïdites 99

S

Pages

Sclérotique 34, 36
Développement 107, 114, 120, 122
Stratum intervasculaire de Sattler 82, 84
Sphincter pupillaire 87, 89

U

Uvée 87
Uvée antérieure 87

V

Vallées ciliaires 56, 57
Vaisseaux centraux du nerf optique 19, 27
Vaisseaux rétiniens 93, 96, 99
Vésicule optique primitive et secondaire 104, 105
Vitré (corps) 44, 95, 104, 109, 115, 121

Z

Zonule . . . . 42, 43, 45 à 51, 57 58

Lille, Imp. LE BIGOT Frères, rue Nicolas-Leblanc, 25.